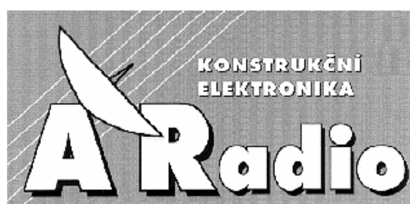


ROČNÍK IV/1999. ČÍSLO 1



ROČNÍK XLVIII/1999. ČÍSLO 1

V TOMTO SEŠITĚ

KONSTRUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO
Vydavatel: AMARO spol. s r. o.
Redakce: Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel.: (02) 57 31 73 11, tel./fax: (02) 57 31 73 10. Šéfredaktor ing. Josef Kellner, sekretářka redakce Eva Kelárková, tel. 543 825, l. 268.
Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 30 Kč. Celoroční předplatné 180 Kč.
Rozšiřuje PNS a. s., Transpress s. s r. o., Mediaprint a Kapa, soukromí distributoři, informace o předplatném podá a objednávky přijímá Amaro s. s r. o., Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel./fax (02) 57 31 73 13, PNS, pošta, doručovatel.
Objednávky a predplatné v Slovenskej republike vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava, tel./fax (07) 44454559 - predplatné, (07) 44454628 - administratíva. Predplatné na rok 204,- SK.
Podávání novinových zásilek povolila Česká pošta s. p., OZ Praha (čj. nov 6028/96 ze dne 1. 2. 1996).
Inzerci přijímá redakce ARadio, Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel.: (02) 57 31 73 11, tel./fax: 57 31 73 10.
Inzerci v SR vyřizuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel./fax (07) 44450693.
Za původnost a správnost příspěvků odpovídá autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.
E-mail: a-radio@login.cz
Internet: http://www.spinet.cz/aradio
ISSN 1211-3557



Ročník 1998 na CD ROM

Vážení čtenáři, konečně jsme se rozhoupali i my a vyhověli vašim žádostem o vydání „červeného a modrého A Radia" na CD ROM.

CD ROM obsahuje kompletní obsah za rok 1998 časopisů Praktická elektronika A Radio, Konstrukční elektronika A Radio a přílohy Electus 98 (inzerce je vynechána).

Vše je zpracováno ve formátu pro elektronické publikování **Adobe PDF**. Obrázky jsou uloženy ve velmi dobré kvalitě (150 lpi), takže lze tisknout kompletní stránky v kvalitě, jaká je v časopisu.

Na disku je nahrán prohlížecí program **Adobe Acrobat Reader 3.0.** Je nahrána verze 16bitová pro operační systém Windows 3.1 (3.11) a 32bitová pro operační systémy Windows NT a Windows 95 (98).

Po nainstalování prohlížecího programu Acrobat jsou dvě možnosti otevření požadovaného časopisu. První možností je otevřít přímo soubor např. PE298.pdf a ukáže se první strana čísla 2 Praktické elektroniky A Radia. V ní můžeme listovat pomocí šipek v liště nástrojů nebo stačí kliknout na číslo stránky v obsahu a ta se sama zobrazí.

Druhou možností je otevřít soubor AMARO98.pdf. Objeví se stránka se všemi obrázky jednotlivých časopisů. Stačí kliknout na jeden z nich, otevře se žádaný časopis na první straně a dále pokračujeme jako v předchozím odstavci.

Na zbytek místa na CD ROM jsme nahráli:

- Třicetidenní verzi profesionálního kreslicího programu pro techniky **VISIO 5.0 Technical.**
- Demoverzi profesionálního CAD programu **Ecad plus Windows** pro tvorbu elektrotechnických projektů (bližší v souboru info.pdf)
- Katalog pasivních součástek firmy **Siemens+Matsushita**, včetně programu pro výpočet magnetických obvodů.
- Katalog integrovaných obvodů firmy **MAXIM,** včetně příkladů zapojení a desek s plošnými spoji.
- Katalog nabídky elektronických součástek a osvětlovací techniky firmy **FK technics.**
- Katalog knih a CD ROM nakladatelství **BEN** - technická literatura.

Doufáme, že se vám bude CD ROM líbit, a že tak vznikne nová tradice uchovávání časopisů pro elektroniky.

Redakce

Dějiny přenosu zpráv na dálku

Od nepaměti se lidé snažili s důležitými zprávami seznámit své známé, příbuzné, příslušníky svého kmene či později svého panovníka. Mnohdy trvalo i týdny, než zpráva došla adresátovi. Kromě poslů se k přenosu zpráv používaly také zvukové signály (bubny) a např. u afrických domorodců je možné se s touto technikou seznámit i dnes; o světelných signálech (oheň, kouř) jste mohli číst v indiánkách apod.

Pravděpodobně nejstarší dochovaná zpráva o trase vybudované speciálně pro přenos zprávy je z roku 1184 před Kristem, kdy král Agamemnon řetězcem ohňů na vzdálenost asi 550 km oznamoval své vítězství nad Trójou.

Když se přeneseme o nějaké to tisíciletí blíže našemu věku, zjistíme, že již v roce 1794 bratři Chappové ve Francii sestrojili optický telegraf. Byla to věž, na jejímž vrcholu byla pohyblivá ramena a změna jejich postavení do celkem 92 možných kombinací znamenala písmena, číslice i celá slova. Byl k tomu sestaven i speciální slovník. Nejdelší trasa tímto způsobem překonávaná byla pravděpodobně v délce 225 km z Paříže do Lille a přenos informace na tuto vzdálenost byl otázkou několika minut, pokud ovšem byla dobrá viditelnost. Jednotlivé stanice byly od sebe vzdáleny asi 11 km a jako řada jiných dobrých vynálezů pozdější doby i stavba této trasy byla prvořadě určena pro vojenské účely. Do této skupiny telegrafních přístrojů lze ještě zařadit Gaussův telegrafní přístroj, který využíval slunečních paprsků a nazýval se heliotrop.

Jakmile byla objevena elektřina, elektromagnetismus a elektrochemické zdroje, začaly pokusy s přenosem zpráv po vedení na elektrochemickém i elektromagnetickém principu. Prvním byl Sömmering roku 1809 s tzv. elektrolytickým telegrafem. Vysílačem byl vlastně přepínač, kterým se proud přepínal na 35 vodičů - konce vodičů byly ponořeny v okyselené vodě a podle toho, který vodič byl pod proudem, vyvíjely se na něm bublinky kyslíku a vodíku a tím bylo označeno vyslané písmeno. Vzhledem k potřebnému počtu drátových propojení však neměl praktický význam. Další telegrafy byly založeny na výchylce magnetky v magnetickém poli. Ampér vymyslel telegraf, který měl 60 vodičů a 30 magnetek. V roce 1832 se objevil vylepšený systém Šillingův, který měl jen 5 drátů a 5 magnetek. Byl to první systém, který použil kombinace pro vyjádření jednotlivých písmen a první provozuschopná trasa byla zřízena mezi ministerstvem dopravních spojů a Zimním palácem v Petrohradě. Gauss a Weber pak předvedli jen jediný okruh s jednou magnetkou a postupným vysíláním jednotlivých značek.

Američan Samuel Morse (1791-1872) byl prvním na světě, kdo sestrojil telegrafní přístroj, u kterého se značka zapisovala rytím rydla, ovládaného elektromagnetem, na pohybující se proužek papíru. Elektromagnet s kotvou a rycím hrotem reagoval na přerušování elektrického proudu v okruhu. Značky byly sledem teček a čárek a Morseova abeceda, i když se ta dnešní značně liší od původní, se používá dodnes. První dálková trasa byla vybudována v roce 1844 mezi městy Washington a Baltimore v délce 64 km. V roce 1866 bylo uvedeno do provozu první mezikontinentální spojení podmořským kabelem mezi USA a Evropou. Kromě rycích přístrojů později vznikaly přístroje barvopisné, případně pro příjem sluchem, tzv. klapáky.

Písmenové telegrafy byly další vývojovou etapou. Jejich průkopníkem byl B. S. Jakobi v roce 1850. D. E. Hughes sestrojil roku 1855 přístroj, založený na principu isochronního pohybu vysílače i přijímače. Principem bylo typové kolečko s vyrytými písmeny po obvodě. Bylo nutné zajistit, aby v okamžiku, kdy je na vysílači k tisku připraveno např. písmeno K, bylo totéž písmeno ve stejném okamžiku i na přijímací straně. Okamžik vysílání byl řízen klávesnicí obdobnou klavíru a znal již tzv. „přeřazování“, protože typové kolečko mělo 28 poloh, které nestačily na všechna písmena, číslice a další značky. Každá poloha proto měla dvě značky, druhá byla posunuta o 1/56 obvodu. Výkon tohoto stroje byl značný - až 1200 slov za hodinu - a naše pošty tyto stroje využívaly ještě v poválečné době asi do roku 1950.

Dalším vynálezcem telegrafního přístroje byl E. Baudot, který v roce 1884 zkonstruoval přístroj pro postupnou telegrafii, který již pracoval s pětiznačkovou abecedou, používal mechanický záznam značky a její mechanický převod na písmena. Postupná telegrafie je zvláštní způsob využití vedení, kdy se v krátkých časových intervalech postupně pomocí rozdělovače přiděluje vedení několika telegrafním spojům. Značka písmene se vytvořila pomocí klávesnice o pěti klávesách, jejichž kontakty jsou propojeny na pět za sebou následujících kontaktů rozdělovače. Podle toho, která klávesa je stisknuta, připojuje se na vedení kladný nebo záporný proud ve sledu, jak je sběrač rozdělovače přejíždí. Tak na vedení vzniká pro každé písmeno pětidílná značka, složená z pěti stejně dlouhých, těsně za sebou následujících impulsů. Na přijímací straně se otáčí isochronně s vysílačem stejný rozdělovač, který přicházející značku rozdělí na pět elektromagnetů, ty vybaví svými kotvami kombinační páky a kombinace impulsů se mechanicky zaznamená. Další převod na písmeno je čistě mechanická záležitost. Obsluha musela perfektně ovládat všechny kombinace, neboť klávesnice měla pouze 5 kláves, které se obsluhovaly oběma rukama. Po stisknutí příslušné písmenové kombinace zůstaly klávesy aretovány a do základní polohy se navrátily až po odvysílání celé kombinace. Pak bylo třeba rychle stisknout kombinaci dalšího písmena. Výkon byl asi 2000 slov/hod a pro obsluhu to znamenalo dlouhodobý zácvik nejen pro vlastní dávání, ale i pro další obsluhu, jako nastavování synchronizace apod. Je s podivem, že v SSSR byl tento přístroj velmi hojný a využíval se ještě nedávno v 60. létech. Přístroji na tomto systému bylo možné přenášet jak písmena latinky, tak azbuky.

S vynálezem telefonu se zdálo, že význam telegrafních přístrojů se bude neustále zmenšovat. Přišlo však období dalšího rozvoje, kdy se ke slovu dostaly dálnopisné přístroje. Jejich první konstrukce vznikaly ve válečných létech 1. světové války a jejich konstruktérem byl Murray, který se inspiroval Baudotovým telegrafem. V přechodném období však ještě vznikaly různé konstrukce velmi rychlých telegrafů - např. rychlotelegraf Wheatstoneův, který pracoval s rychlostí až 12 000 slov/hod nebo rychlotelegraf Siemens-Halske, jehož typové kolečko se otáčelo rychlostí 2000 ot/min a osvětlovalo se jiskrovým výbojem - osvětlené písmeno se ofotografovalo na pásku s fotografickou emulzí. Rychlost přenosu byla až 20 000 slov/hod. Maďarští inženýři Polak a Virág zkonstruovali přístroj, který dokázal přenést dokonce až 100 000 slov za hodinu. Tyto přístroje však neměly široké využití.

Konstruktéři dálnopisných přístrojů se především snažili o to, aby z obsluhy bylo odstraněno vše, co přímo nesouvisí s vlastním vysláním nebo příjmem zprávy. Tedy žádné „povinné“ synchronizování předem, žádný zácvik. Dálnopisné přístroje v mnohém připomínají psací stroj a konstruktéři z něj také vždy záměrně používali řadu částí, jako např. klávesnici. Ta je prakticky shodná s klávesnicí psacího stroje, je čtyřřadá s některými speciálními klávesami navíc (návrat válce, přeřazení apod.). Tvorba elektrických impulsů je u dálnopisných strojů mechanická.

(Dokončení na str. 40)

ZAJÍMAVÉ OBVODY A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ

Karel Bartoň

Tento první letošní sešit řady Konstrukční elektronika přináší množství zajímavých obvodů a zapojení, týkajících se převážně měření, regulace, vyhodnocování a indikace napětí, proudu, elektrického výkonu a příkonu a množství elektrické energie (elektrické práce). Přitom některé tyto aplikace - nebo jejich části - mohou nalézt své uplatnění při konstrukci elektronických zařízení, pracujících i v příbuzných či zcela jiných oborech.

Obsah tohoto čísla je možno zhruba rozdělit do tří částí.

V první části je popsáno několik obvodů a jejich praktických aplikací pro všeobecná měření či regulaci.

Ve druhé části jsou popsány obvody firmy SAMES pro měření elektrického výkonu a příkonu a energie v síti 230 (115) V, 50 (60) Hz a jejich aplikace. Použití obvodů SAMES přináší ve srovnání s dosavadním řešením podstatné zjednodušení jak obvodového zapojení, tak i samotné konstrukce.

Třetí část zahrnuje obvody pro monitorování, indikaci a ochranu při přepětí a podpětí a dohledové obvody (supervizory). Tato část představuje zakončení (případně doplněk) seriálu o lineárních obvodech pro napájecí zdroje, kterému bylo věnováno číslo 5 ročníku ´97 a čísla 2 a 4 ročníku ´98 Konstrukční elektroniky. Kromě popisu příslušných integrovaných obvodů je zde uvedeno rovněž mnoho jejich praktických aplikací, které mohou být inspirací při řešení různých typů ochran jak ve stávajících přístrojích, tak i při konstrukci vlastních amatérských nebo profesionálních elektronických zařízení.

VŠEOBECNÁ MĚŘICÍ A REGULAČNÍ TECHNIKA

$4^1/_2$ místný voltmetr s obvodem TLC7135

V [5] byla uveřejněna konstrukce $4^1/_2$ místného voltmetru, používajícího k převodu měřeného napětí na číslicový údaj integrovaný obvod TLC7135.

Protože je ze strany čtenářů PE o bližší popis tohoto analogově/digitálního (A/D) převodníku neustále zájem, je zde uveřejněn detailní popis zejména analogové části (s uvedením některých základních elektrických parametrů) a několik dalších aplikačních zapojení.

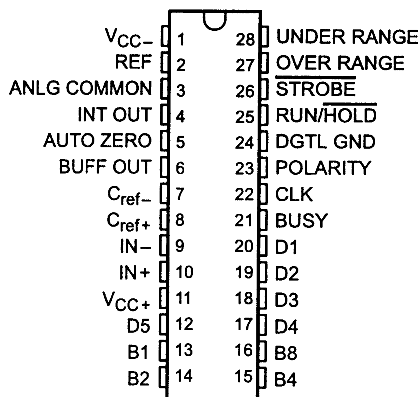
Obvod TLC7135, vyráběný firmou Texas Instruments, je velice přesný A/D převodník, používající k převodu metodu s dvojí integrací (dual slope, up-down integration). Univerzálnost výstupů umožňuje připojení k mikroprocesoru i přímé připojení displeje LED nebo LCD přes multiplexované BCD výstupy. Možnosti indikace a měření - nejen ve spojení s mikroprocesorem - jsou dále rozšířeny výstupy BUSY, STROBE, RUN/HOLD, OVER RANGE a UNDER RANGE. Obvod měří stejnosměrné (ss) napětí obou polarit (při základním rozsahu 2 V rozlišení 100 μV), údaj o polaritě měřeného napětí je na výstupu POLARITY. Některé základní elektrické parametry obvodu TLC7135 pro rozsah pracovních teplot 0 až 70 °C zahrnuje tab. 1.

Zapojení vývodů obvodu TLC7135, vyráběného v úzkém dvacetiosmivývodovém pouzdru DIP-28, je na obr. 1. Základní vnitřní blokové zapojení analogové části je na obr. 2, vnitřní blokové zapojení digitální části je na obr. 3.

Vstupy IN_{HI} (IN+) a IN_{LO} (IN-), na které se přivádí měřené napětí, jsou (jak je vidět z obr. 2) plně diferenční a umožňují tak i poměrová měření. Velmi malý zbytkový proud dovoluje připojení těchto vstupů přímo k měřené-

Tab. 1. Parametry obvodu TLC7135

Parametr	MIN	TYP	MAX	Jednotka
Napájecí napětí U_{CC+}	4	5	6	V
Napájecí napětí U_{CC-}	-3	-5	-8	V
Diferenční vstupní napětí U_D	U_{CC-}+1		U_{CC+}-0,5	V
Vstupní zbytkový proud I_L vstupů IN_{LO} a IN_{HI}		1	10	pA
Referenční napětí na vstupu U_{ref}	U_{CC-}	1	U_{CC+}	V
Teplotní drift nuly		0,5	2	μV/°C
Teplotní koeficient pro plný rozsah			5	ppm/°C
Chyba linearity		0,5		čítání
Diferenční chyba linearity		0,01		LSB
Maximální pracovní hodinový kmitočet f_{clock}		1,2	2	MHz
Vstupní proud logických vstupů - vysoká úroveň		0,1	10	μA
Vstupní proud logických vstupů - nízká úroveň		-0,02	-0,1	mA
Odběr ze zdroje kladného napájecího napětí		1	3	mA
Odběr ze zdroje záporného napájecího napětí		-0,8	-3	mA



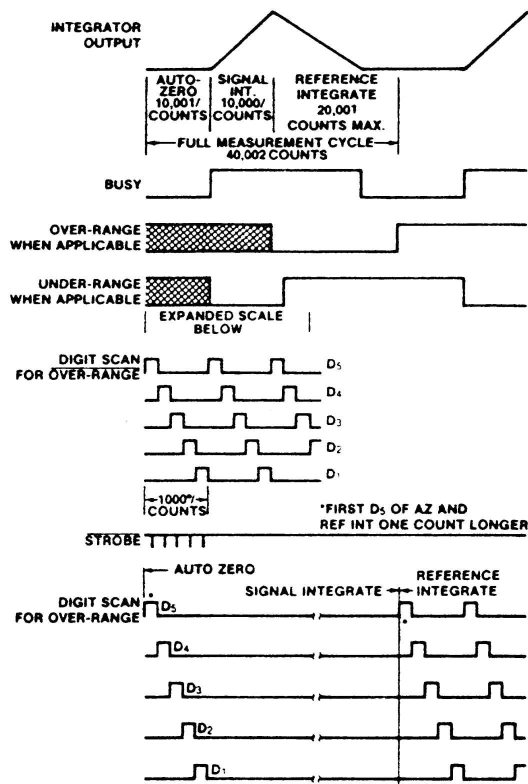
Obr. 1. Zapojení vývodů obvodu TLC7135 v úzkém (N) pouzdru DIP-28, pohled shora

mu zařízení nebo ke vstupnímu napěťovému děliči ve voltmetru bez nebezpečí ovlivňování výsledku měření. Stav spínačů zakreslených ve vnitřním blokovém zapojení analogové části závisí na fázi měřicího cyklu, který je zde rozdělen celkem do čtyř intervalů:

1. Automatické nulování - Auto Zero Phase (A - Z),
2. Integrace vstupního napětí - Signal Integrate Phase (INT),
3. Deintegrace - Deintegrate Phase (DE),
4. Vynulování integrátoru - Zero Integrator Phase (ZI).

Během automatického nulování jsou vnitřní měřicí vstupy odpojeny od vstupních vývodů IN+ a IN- obvodu a jsou vnitřně připojeny k analogové zemi (Analog Common). Referenční kondenzátor C_{ref} je nabíjen proudem ze zdroje referenčního napětí. Systém se nalézá v uzavřené smyčce, aby byl nabíjen kondenzátor C_{AZ}, určený ke kompenzaci offsetových napětí vstupního operačního zesilovače (bufferu), integrátoru a komparátoru. Jelikož je tedy komparátor zahrnut do této smyčky, je přesnost automatického nulování dána pouze úrovní šumové složky systému. V každém případě je tedy velikost offsetu (vztažená ke vstupu) menší než 10 µV.

Při fázi integrace vstupního napětí je smyčka automatického nulování rozpojena, vnitřní měřicí vstupy jsou odpojeny od analogové země a jsou připojeny ke vstupním vývodům IN+ a IN- obvodu. Rozdílové měřené napětí mezi těmito vývody je po pevný časový úsek převodníkem integrováno. Po dokončení této fáze je informace o polaritě měřeného napětí zaznamenána a uložena v bistabilním klopném obvodu (Polarity Flip-Flop) v digitální části.



Obr. 4. Časový diagram průběhu na výstupu integrátoru a stavů na digitálních výstupech

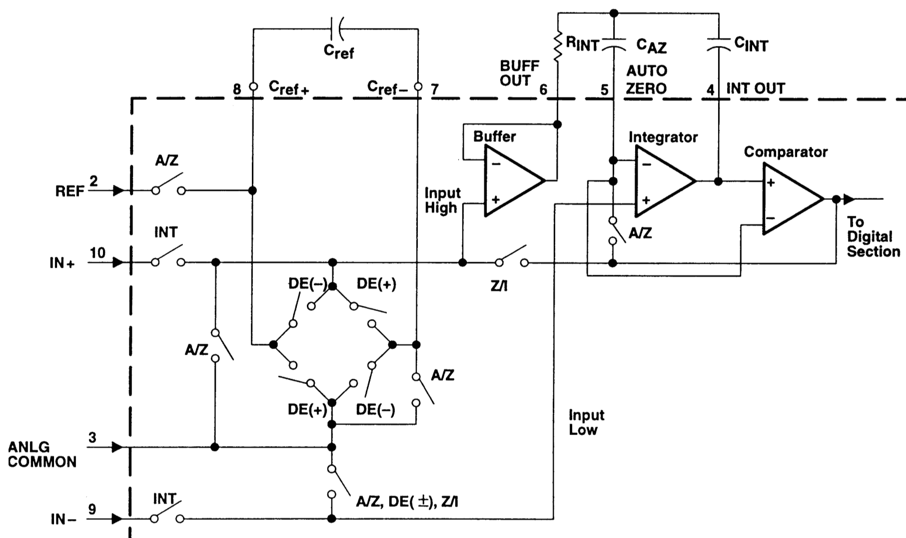
Třetí fází je deintegrace. Vstup IN- je vnitřně propojen s analogovou zemí a vstup IN+ je připojen na napětí opačné polarity na kondenzátoru C_{ref}, který byl předtím nabit referenčním napětím. Informace o polaritě měřeného napětí přitom zaručuje, že kondenzátor je správně pólován, takže napětí na výstupu integrátoru vždy klesá směrem k výchozí nulové velikosti. Čas, nutný k poklesu výstupního napětí komparátoru na nulu, je úměrný velikosti vstupního měřeného napětí. Tento časový interval je zobrazen číslicově a zobrazený údaj N je dán vztahem:

$$N = 10\,000 \cdot \frac{U_{IN}}{U_{ref}}.$$

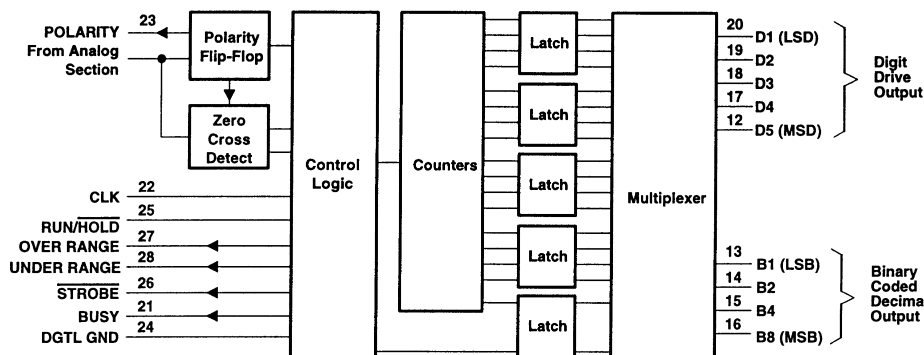
Největšího údaje N (neboli plného rozsahu) je dosaženo, když velikost vstupního napětí U_{IN} je dvakrát větší než referenční napětí U_{ref}.

Poslední fází je vynulování integrátoru. Vstup IN- je spojen s analogovou zemí a zpětnovazební smyčka systému je uzavřena. To způsobí, že se výstup integrátoru vrátí k nule. Tato fáze zabere za normálních podmínek 100 až 200 period hodinového kmitočtu, ale při stavu přetečení údaje (overrange) trvá po dobu 6200 hodinových impulsů.

Celkově trvá celý měřící cyklus maximálně 40 002 period hodinového kmitočtu. Počet měření za 1 s je tedy určen kmitočtem hodin. Vzhledem



Obr. 2. Vnitřní blokové zapojení analogové části



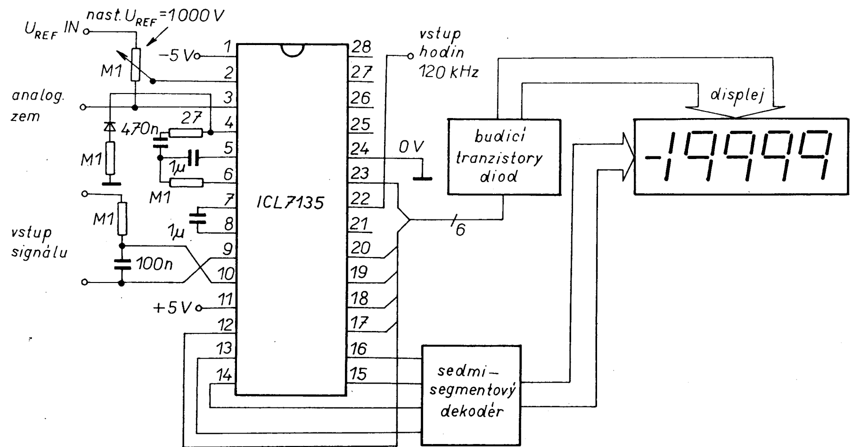
Obr. 3. Vnitřní blokové zapojení digitální části

k potlačení indukovaného rušení s kmitočtem 50 Hz elektrorozvodné sítě jsou doporučeny pro oscilátor hodin kmitočty 250 kHz, 166,66 kHz, 125 kHz, 100 kHz atd.

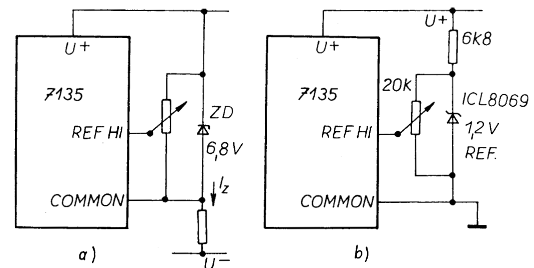
Jako oscilátor hodin je možno použít oscilátor krystalový nebo RC. Vzhledem k tomu, že pro dodržení absolutní přesnosti převodníku není zapotřebí dlouhodobé stability kmitočtu, je jednodušší a levnější zapojení s RC článkem (jako např. ve schématu na obr. 7) plně postačující. Při napájení displeje LED s větším proudovým odběrem může při náhlých změnách číslicového údaje kolísat napájecí napětí pro oscilátor a tím se podstatněji měnit jeho kmitočet. Na obr. 10 je zapojení vhodného oscilátoru s komparátorem LM311 s kladnou zpětnou vazbou, které problém kolísání hodinového kmitočtu minimalizuje.

Časový diagram průběhu na výstupu integrátoru během měřícího cyklu a rovněž stavů digitálních výstupů za všech podmínek, které mohou při měření nastat, je na obr. 4.

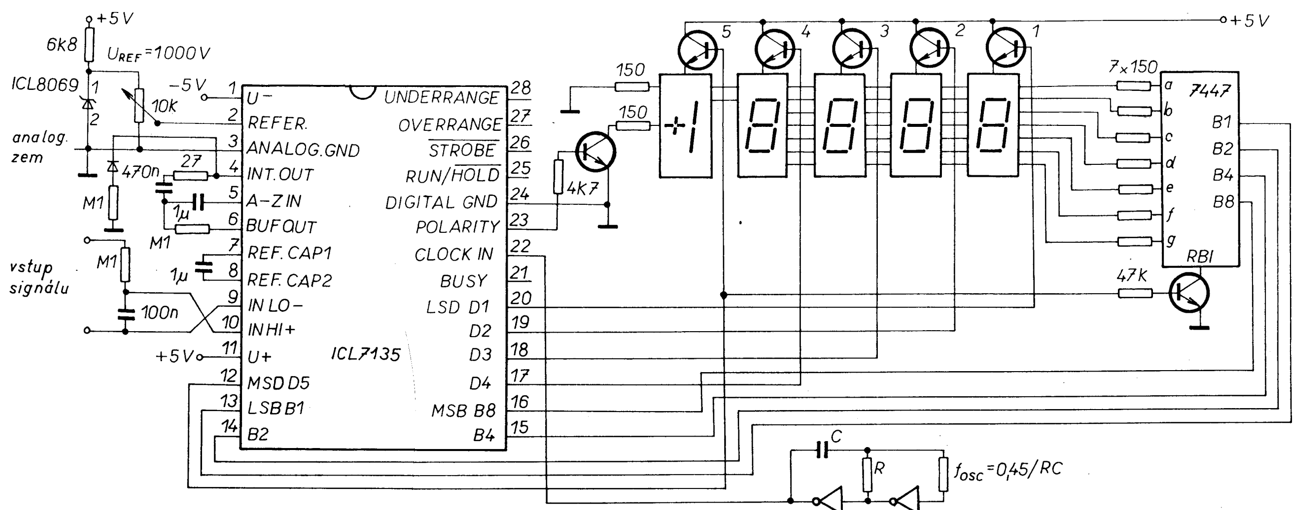
Základní principiální zapojení voltmetru s obvodem TLC7135 s buzením



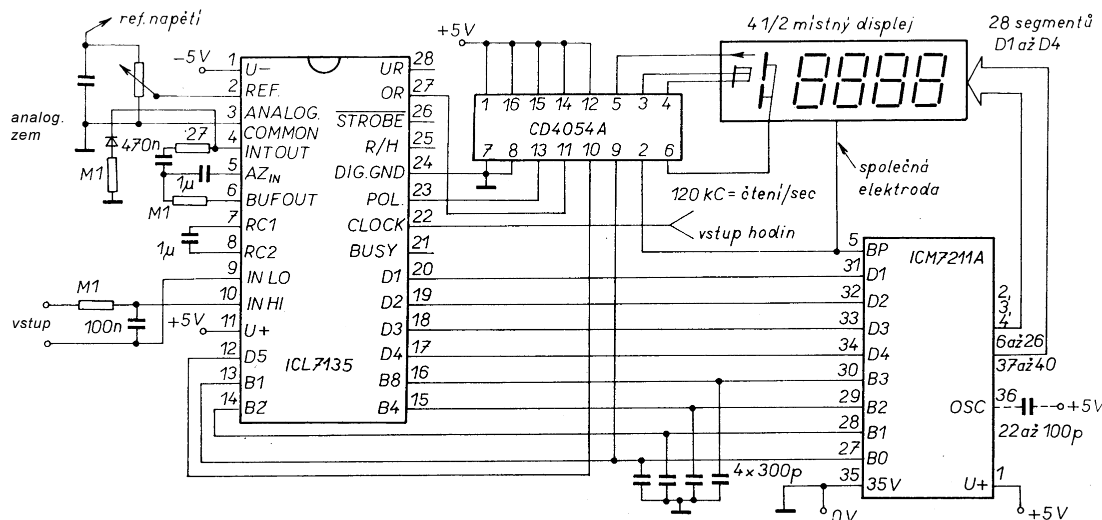
Obr. 5. Základní zapojení voltmetru s obvodem TLC7135 s buzením displeje LED



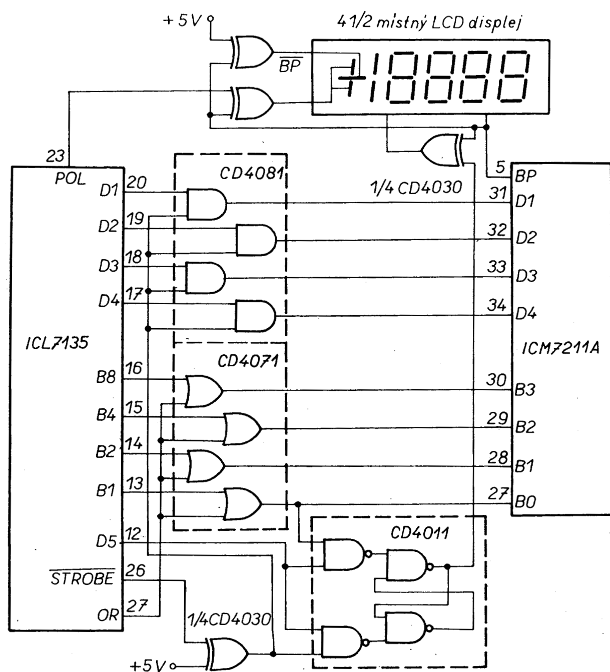
Obr. 6. Připojení vnějšího zdroje referenčního napětí



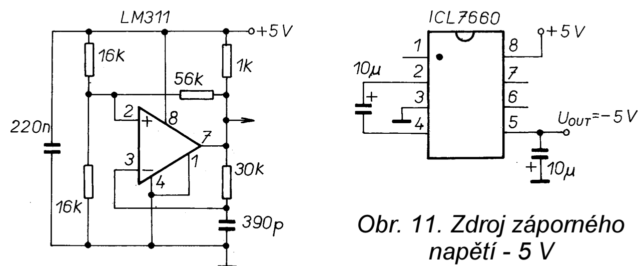
Obr. 7. Úplné aplikační zapojení obvodu TLC7135



Obr. 8. Zapojení s výstupem pro buzení displeje LCD

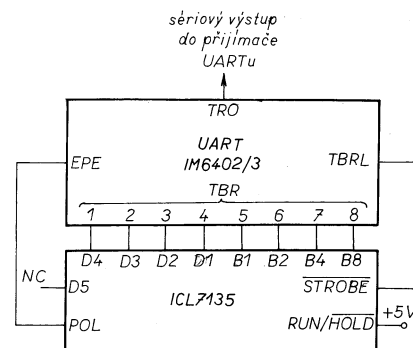


Obr. 9. Další zapojení pro buzení displeje LCD



Obr. 10. Zapojení zdroje hodinového kmitočtu s komparátorem LM311

Obr. 11. Zdroj záporného napětí - 5 V



Obr. 12. Jednoduchý interface pro volně běžící TLC7135 a UART

4½ místného displeje LED se společnou anodou je na obr. 5.

Referenční napětí připojené ke vstupu REF musí být vzhledem ke společné svorce (analogové zemi) kladné polarity. Přesnost konverze je přitom závislá na kvalitě použitého zdroje referenčního napětí. Možnosti připojení vnějších zdrojů referenčního napětí ukazují obr. 6a a obr. 6b.

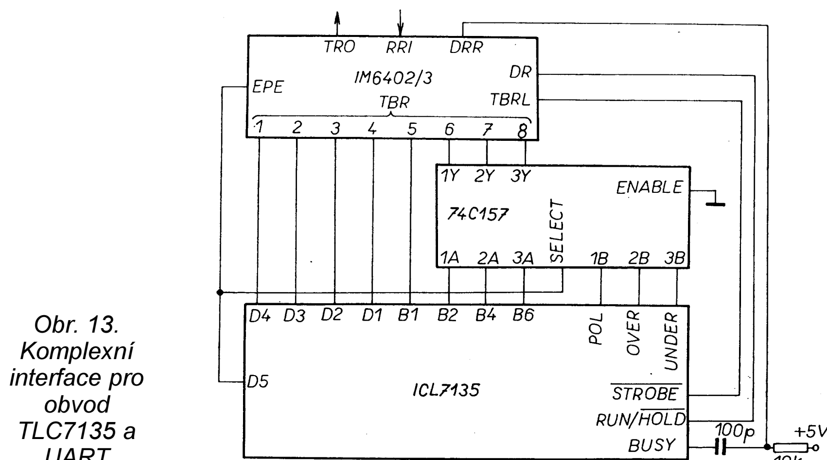
Úplné aplikační zapojení obvodu TLC7135 je na obr. 7. Jako budič displeje LED lze místo obvodu 7447 s výhodou použít typ 7448 nebo D348, u kterého je možné regulovat svit displeje LED ručně nebo automaticky pomocí fotobuňky v závislosti na okolním osvětlení.

Na vstup převodníku se doporučuje zařadit ochranný obvod, například podle [5]. Svodový proud ochranného obvodu musí být velmi malý a použité tranzistory je lépe vybrat z více kusů s co nejmenším proudem v závěrném směru.

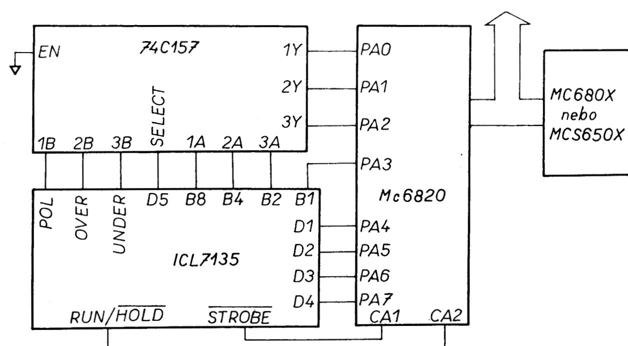
Dvě varianty zapojení voltmetru s výstupem pro buzení displeje z tekutých krystalů (LCD) jsou na obr. 8 a obr. 9.

Integrovaný obvod je navržen pro napájení ze symetrického zdroje ±5 V. Vzhledem k velmi malému proudovému odběru ze zdroje záporného napětí je možné v zařízeních, kde tento zdroj chybí, použít jednoduchého měniče DC/DC. Příklad zapojení je na obr. 11, kde je záporné napětí -5 V získáváno z kladného napájecího napětí obvodem ICL7660.

Výstup obvodu TLC7135 je možné propojit pro další přenos, vyhodnocování a zpracování výsledků měření s měřícími systémy na bázi mikroprocesorů nebo se systémy pro přenos dat UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters). Několik příkladů propojení s těmito obvody je na obr. 12 až obr. 15. Při použití modernějších obvodů zůstává princip stejný.



Obr. 13. Komplexní interface pro obvod TLC7135 a UART



Obr. 14. Interface pro TLC7135 a mikroprocesory Motorola MC6800 / MC650X s osmibitovou sběrnicí

Obr. 15. Interface pro TLC7135 a mikroprocesory řady 80C48 a 8080 / 8085 Intel

Řízení výstupního napětí a proudu obvodem MC33341 v napájecích zdrojích a nabíječkách baterií

Napájecí zdroje všeobecně, stejně tak jako nabíječky baterií, vyžadují ke své činnosti přesnou kontrolu velikosti dodávaného výstupního napětí a proudu, aby se zamezilo poškození napájeného zařízení, které tvoří zátěž zdroje.

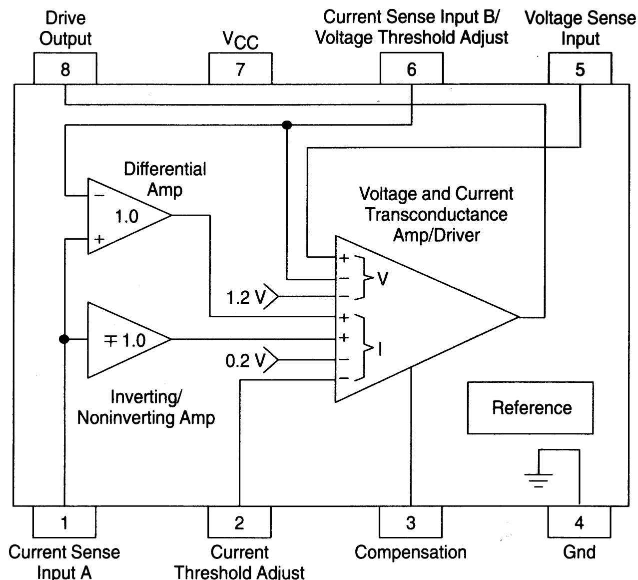
Většina současných napájecích zdrojů obsahuje nepřeberné množství různých snímacích a vyhodnocovacích obvodů a zapojení, které zajišťují precizní regulaci a její správný průběh. Typické obvody, tvořící zpětnovazební smyčku, se mohou skládat z napěťového a proudového zesilovače, obvodů pro posuv napěťových úrovní, součtových obvodů pro vyhodnocení odchylky a zdroje referenčního napětí.

Obvod MC33341 obsahuje všechny tyto obvody a funkce, využitelné v množství zapojení různých typů napájecích zdrojů. Navíc umožňuje všemi způsoby snímat velikosti proudu, tekoucího z napájecího zdroje do zátěže. Právě tato vlastnost činí tento obvod velice flexibilním a adaptabilním pro všechny druhy konfigurace napájecího zdroje a zátěže.

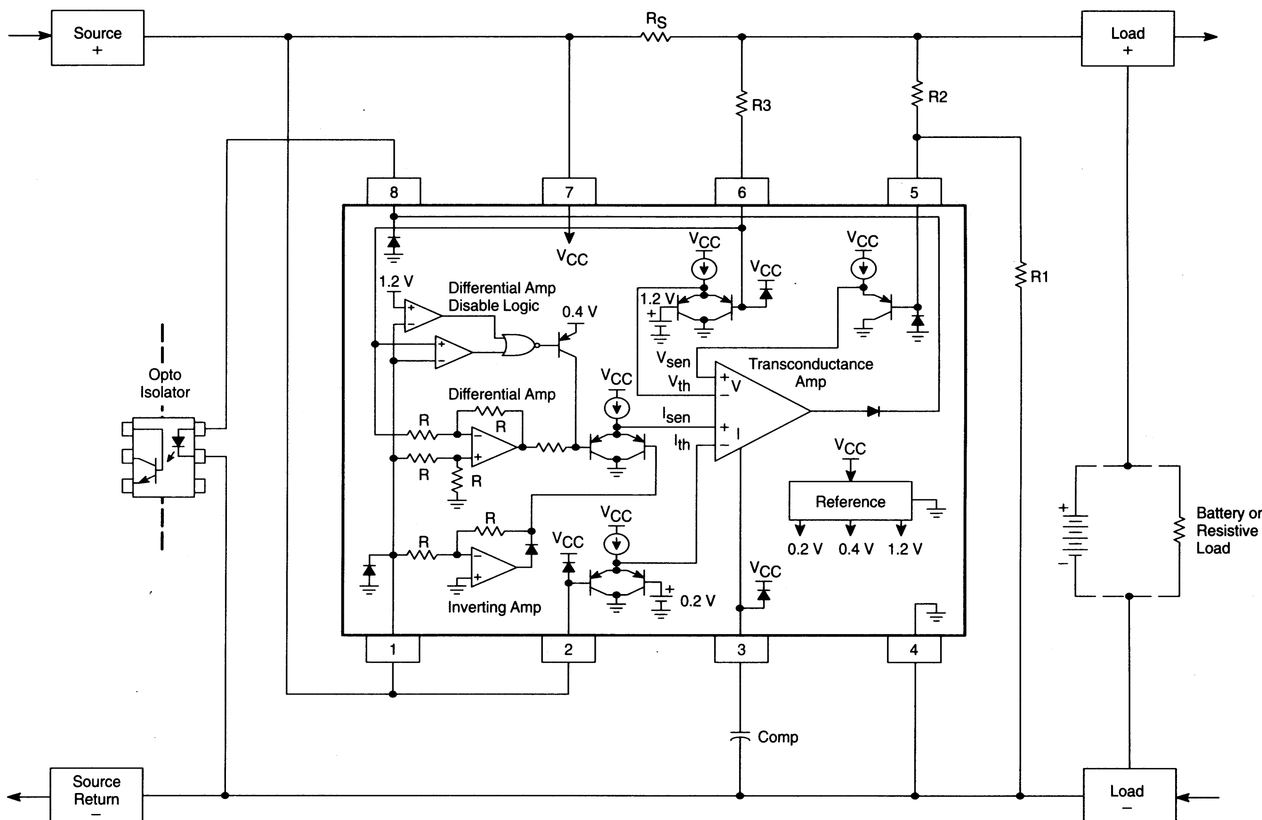
Obvod MC33341, jehož zjednodušené vnitřní blokové zapojení a zapojení vývodů je na obr. 16, je dodáván v osmivývodových pouzdrech DIL a SO. Označení vývodů Current (Voltage) Sense Input znamená vstup pro snímání velikosti proudu (napětí), Current (Voltage) Treshold Adjustment znamená nastavení prahové velikosti proudu (napětí), Gnd je zem, V_{CC} je kladné napájecí napětí, Drive Output znamená výstup pro řízení (předřazeného regulátoru).

Jak je vidět, MC33341 je analogový řídicí obvod pro současné vybavení napěťové i proudové zpětnovazební smyčky v napájecích zdrojích a bateriových nabíječkách. Zpětnovazební smyčka může být řízena v režimu s konstantním napětím nebo s konstantním proudem s automatickým přechodem mezi oběma režimy.

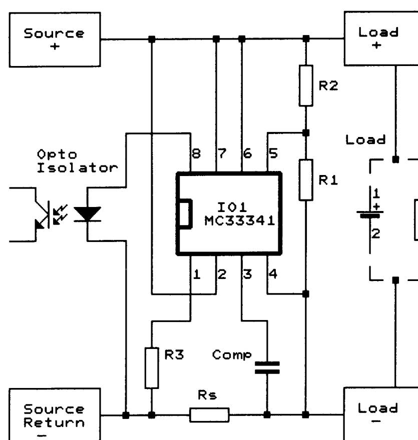
Vnitřní zapojení obvodu je podrobněji zakresleno na obr. 17, na kterém je schéma zdroje se snímáním velikosti proudu do zátěže v kladné větvi. Napětí z předřazeného regulátoru se do zdroje přivádí na svorky Source+ a Source Return-, baterie nebo odporová zátěž (Battery or Resistive Load) je připojena mezi svorky Load+ a Load-. Obvod má vnitřně pevně nastavenou prahovou velikost napětí i proudu. K řízení zpětnovazební smyčky je použit čtyřvstupový transkonduktanční zesilovač (Transconductance



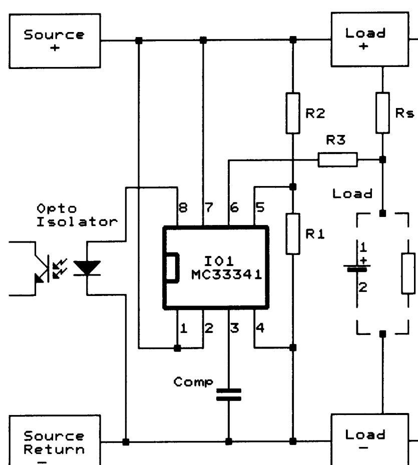
Obr. 16. Zjednodušené vnitřní blokové zapojení a zapojení vývodů obvodu MC33341



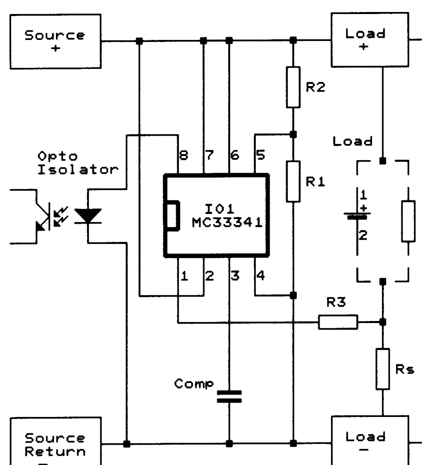
Obr. 17. Zdroj se snímáním velikosti proudu do zátěže v kladné větvi s vnitřně pevně nastavenou prahovou velikostí napětí i proudu



Obr. 18. Zdroj se snímáním velikosti proudu do zátěže v záporné větvi s vnitřně pevně nastavenou prahovou velikostí napětí i proudu



Obr. 19. Zdroj se snímáním velikosti proudu mezi svorkou výstupu kladného napájecího napětí a kladným pólem zátěže s vnitřně pevně nastavenou prahovou velikostí napětí i proudu



Obr. 20. Zdroj se snímáním velikosti proudu mezi zápornou svorkou zátěže a svorkou výstupu záporného napájecího napětí s vnitřně pevně nastavenou prahovou velikostí napětí i proudu

Amp). Tento zesilovač obsahuje oddělené napěťové a proudové kanály, každý s jedním snímacím vstupem (V_{sen}, I_{sen}) a jedním vstupem pro nastavení prahových velikostí napětí a proudu (V_{th}, I_{th}). Jestliže napětí na snímacím vstupu překročí prahovou velikost, je vybuzen výstup zesilovače. Kanál s větším rozdílem mezi vstupem nastavení a snímacím vstupem určuje velikost výstupního proudu zesilovače a tudíž dominuje řízení zpětnovazební smyčky. Výstup zesilovače, vyvedený na vývod *8* integrovaného obvodu MC33341, je proudový výstup schopný dodat výstupní proud až 15 mA. Vstup na vývodu *3* integrovaného obvodu MC33341 slouží ke kompenzaci zpětnovazební smyčky. Stabilita systému je určena kondenzátorem Comp, připojeným mezi tento vstup a zem. Vstup *3* může být také využit pro vypnutí napájecího zdroje nebo nabíječky baterií. Zdroj se vypne tím, že se vstup *3* připojí ke společné svorce zapojení (k zemi). Výstup zesilovače pak přejde do stavu s vysokou výstupní impedancí a výstupní napětí i proud se zmenší směrem k nule.

Rozsah pracovních napětí je pro obvod MC33341 od 2,3 do 16 V.

Poměr odporů rezistorů R1/R2 a odpory rezistorů R3 a Rs lze pro zapojení na obr. 17 (stejně jako pro zapojení na obr. 18, obr. 19 a obr. 20) vypočítat pomocí následujících vztahů:

$$U_O = 1{,}2 \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right),$$

$$I_O = \frac{0{,}2}{R_S},$$

$$R3 = \frac{(I_{OM} \cdot Rs) - 0{,}6}{0{,}02},$$

kde:

U_O je výstupní napětí zdroje (mezi výstupními svorkami Load+ a Load-),

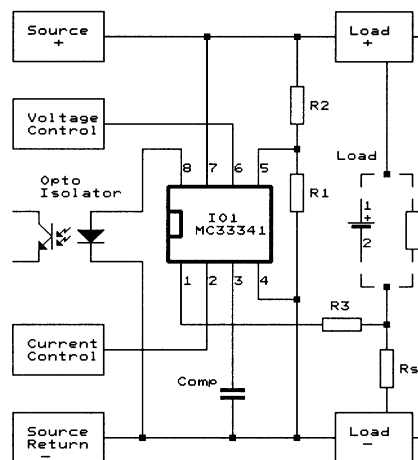
I_O je výstupní proud do zátěže a

I_{OM} je maximální výstupní proud.

Všechny veličiny se dosazují v základních jednotkách, tj. ve [V], [A] a [Ω].

Na obr. 18 je stejné zapojení zdroje jako na obr. 17, avšak se snímáním velikosti proudu snímacím rezistorem R_S zapojeným v záporné větvi. Tento způsob snímání se používá v případě potřeby přímého propojení výstupu kladného napětí zdroje s kladnou svorkou zátěže, což je nutné např. ve zdrojích záporného napětí, kde je kladný pól připojen ke společné svorce zapojení (k zemi). Rezistor R3 by měl omezit proud do vstupu na méně než 20 mA a chránit obvod v aplikacích, kde hrozí velké proudové špičky. Velký odpor rezistoru R3 má za následek zhoršení přesnosti snímání velikosti proudu.

Ve schématu na obr. 19 je snímací rezistor R_S zapojen mezi svorku výstupu kladného napájecího napětí a kladný pól zátěže, na obr. 20 je alternativně zapojen mezi zápornou svorku zátěže a svorku výstupu záporného napájecího napětí. Význam obou těchto zapojení spočívá v tom, že vstupní i výstupní svorky zdroje jsou přímo propojeny. Při tomto způsobu snímání proudu je také vyloučena chyba, způsobená vlastním proudovým odběrem integrovaného obvodu.



Obr. 21. Zapojení s možností vnějšího nastavení prahových velikostí výstupního napětí i proudu

Na obr. 21 je zapojení se snímáním velikosti proudu do zátěže snímacím rezistorem R_S zapojeným mezi zápornou svorku zátěže a svorku výstupu záporného napájecího napětí, podobně jako v zapojení na obr. 20. Rozdíl spočívá v tom, že je zde vyvedením vstupů *2* a *6* integrovaného obvodu MC33341 umožněno externě uživatelsky nastavit prahové velikosti výstupního napětí i proudu.

Poměr odporů rezistorů R1/R2 a odpory rezistorů R3 a Rs se v tomto případě vypočtou pomocí vztahů:

$$U_O = U_6 \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right),$$

$$I_O = \frac{U_2}{R_S},$$

$$R3 = \frac{(I_{OM} \cdot Rs) - 0{,}6}{0{,}02},$$

kde:

U_O je výstupní napětí zdroje (mezi výstupními svorkami Load + a Load -),

I_O je výstupní proud do zátěže,

I_{OM} je maximální výstupní proud,

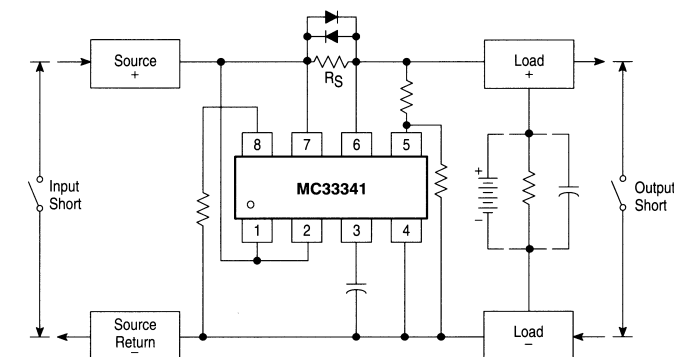
U_6 je napětí mezi vývodem *6* IO1 (tj. svorkou Voltage Control) a společnou svorkou zapojení (zemí) a

U_2 je napětí mezi vývodem *2* IO1 (tj. svorkou Current Control) a společnou svorkou zapojení (zemí).

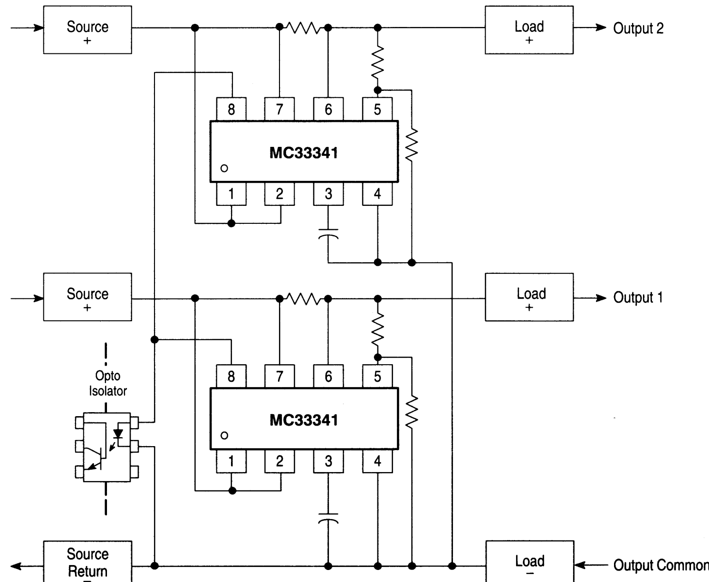
Všechny veličiny se dosazují v základních jednotkách, tj. ve [V], [A] a [Ω].

Ve všech uvedených zapojeních je výstupem obvodu MC33341 buzena svítivá dioda optoizolačního článku, jehož výstupem může být ovládán výkonový regulační prvek.

Při zkratu na výstupních nebo na vstupních svorkách je snímací rezistor R_S extrémně zatěžován na něm vytvo-



Obr. 22. Ochrana snímacího rezistoru R_S dvěma antiparalelně zapojenými diodami



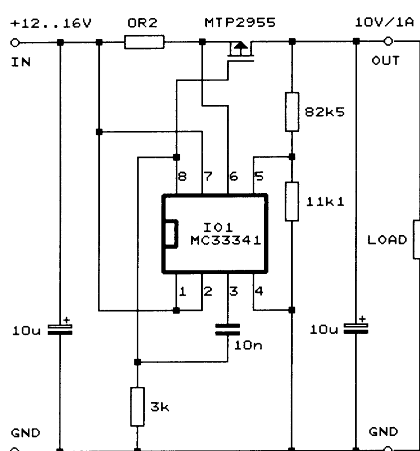
Obr. 23. Propojení dvou obvodů MC33341 pro více–hladinový zdroj

řeným napětím, což může vést k trvalému tepelnému poškození rezistoru. Účinnou ochranou v zařízeních, kde je předpokládáno nebezpečí zkratu, je antiparalelní připojení dvou diod ke snímacímu rezistoru R_S podle obr. 22. Přesnost snímání velikosti proudu není přitom nijak ovlivněna. Toto zapojení ochrany je možné použít všeobecně i v jiných aplikacích tam, kde jsou předpokládány velké proudové špičky.

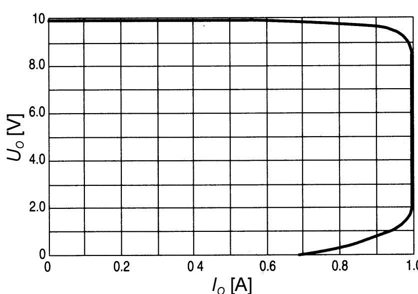
Na obr. 23 je zakresleno propojení dvou obvodů MC33341 pro vícehladinový zdroj. Chybový signál se zde ve společném optoizolátoru sčítá. Zpětnovazební smyčce dominuje výstup s větší napěťovou nebo proudovou odchylkou.

Na obr. 24a je praktické zapojení regulátoru s konstantním výstupním napětím 10 V a konstantním výstupním proudem 1 A. Regulace je lineární, jako výkonový regulační prvek je použit FET tranzistor MTP2955, umístěný na chladiči. Na obr. 24b je výstupní charakteristika regulátoru při změnách zátěže.

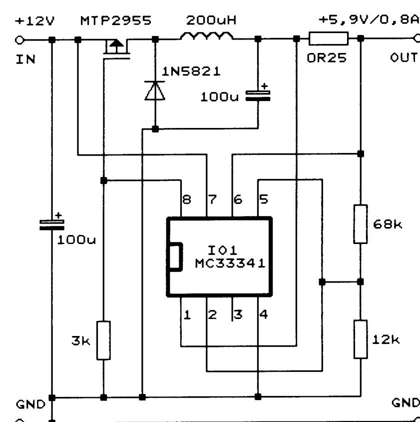
Schéma zapojení nabíječky s konstantním výstupním napětím a konstantním výstupním proudem, pracující ve spínaném režimu, je na obr. 25. Kmitočet spínání je přibližně 28 kHz a účinnost nabíječky je asi 86 %.



Obr. 24a. Regulátor s konstantním výstupním napětím 10 V a konstantním výstupním proudem 1 A



Obr. 24b. Výstupní charakteristika (závislost výstupního napětí U_O na výstupním proudu I_O) regulátoru z obr. 24a



Obr. 25. Nabíječka pracující ve spínaném režimu s konstantním výstupním napětím a konstantním výstupním proudem

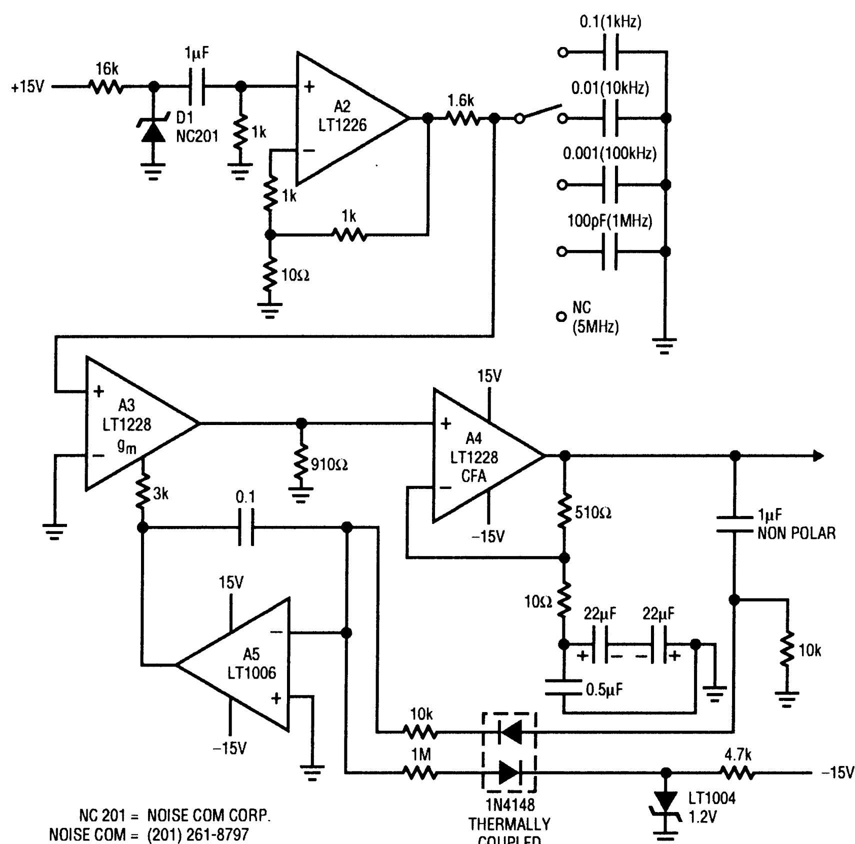
Generátor širokopásmového šumu

Při měření a testování nízkofrekvenčních a vysokofrekvenčních zařízení se často uplatní generátor bílého šumu. Zapojení generátoru se stabilizací amplitudy výstupního napětí a volitelnou šířkou pásma je na obr. 26. Efektivní hodnota (RMS) výstupního napětí generátoru je 300 mV a šířku pásma lze stupňovitě přepínat po dekádách od 1 kHz do 5 MHz.

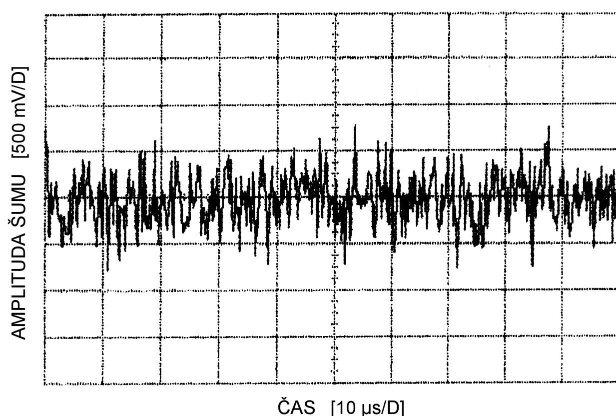
Jako zdroj šumu slouží dioda D1 typu NC201. Dioda generuje symetrický bílý šum, který obsahuje všechny kmitočtové složky v daném pásmu. Spektrum šumu je velmi ploché, takže jeho amplitudu je možno též využít jako referenční úroveň. (Přirozeným zdrojem bílého Gaussova šumu je rezistor, na kterém tento šum vzniká tepelným kmitáním elektronů a děr. Mechanizmus vzniku tepelného šumu podrobně popsali Johnson a Nyquist v [8] a [9]).

Na šumovou diodu D1 je kapacitně navázán vstup operačního zesilovače A2. Zesilovač širokopásmově zesiluje šumový signál a jeho zesílení je 100. Mezi výstupem zesilovače A2 a stupněm pro řízení zesílení s transkonduktančním operačním zesilovačem A3 je zařazen jednoduchý přepínatelný filtr typu dolní propust. Na výstupu generátoru je zařazen širokopásmový operační zesilovač A4 s proudovou zpětnou vazbou. Šumové napětí z výstupu A4 je usměrňováno teplotně kompenzovaným usměrňovačem se dvěma tepelně svázanými (THERMALLY COUPLED) diodami 1N4148. Usměrněné napětí řídí přes integrátor s operačním zesilovačem A5 zesílení transkonduktančního zesilovače A3 tak, aby byla udržována konstantní velikost šumového napětí na výstupu A4.

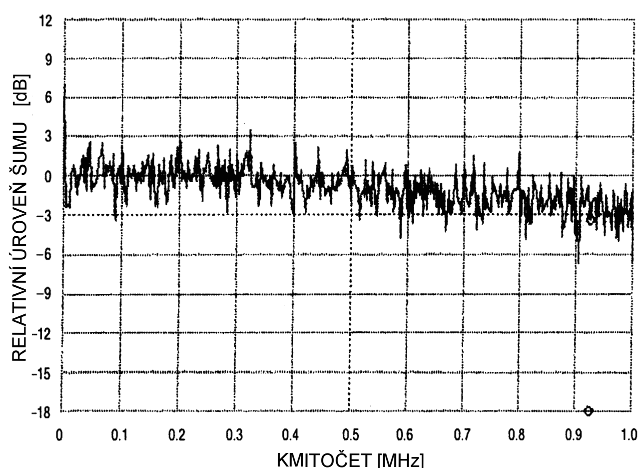
Z grafu na obr. 27 je vidět časový průběh amplitudy výstupního šumo-



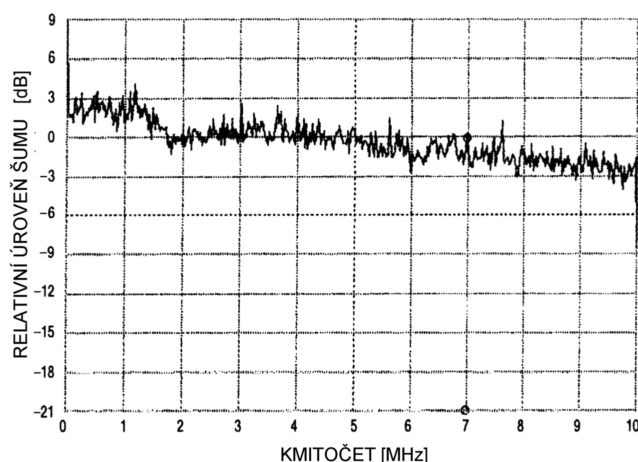
Obr. 26. Generátor šumu se stabilizací amplitudy výstupního napětí a volitelnou šířkou pásma



Obr. 27. Časový průběh amplitudy výstupního šumového napětí při šířce pásma 1 MHz



Obr. 28. Relativní úroveň šumu v závislosti na kmitočtu při šířce pásma 1 MHz



Obr. 29. Relativní úroveň šumu v závislosti na kmitočtu při šířce pásma 5 MHz

vého napětí při zvolené šířce pásma 1 MHz.

Graf na obr. 28 znázorňuje změny úrovně šumu v závislosti na kmitočtu při šířce pásma 1 MHz.

Na obr. 29 je podobná informace pro celou šířku pásma 5 MHz. Zde je dobře patrné, že výstupní efektivní hodnota šumového napětí je téměř plochá pro kmitočty do 1,5 MHz a pokles úrovně šumového napětí nepřekročí toleranci ±2 dB až do kmitočtu 5 MHz.

Literatura

[1] Texas Instruments - Mixed-Signal & Analog Products: TLC7135 4$^1/_2$ digit precision analog to digital converter.

[2] Intersil - Application Note A017: The Integrating A/D Converters.

[3] Intersil - Application Note A047: Games People Play with Intersil´s A/D Converters.

[4] National Semiconductor - Linear Applications Handbook.

[5] PE 11/96 s. 9 až 12: 4$^1/_2$ místný voltmetr.

[6] Intersil - Application Note A023: Low Cost Digital Panel Meter Designs.

[7] *Williams, J., Markell, R.*: Noise Generators for Multiple Uses. Linear Technology Magazine, June 1993, s. 20 až 22.

[8] *Johnson, J. B.*: Thermal Agitation of Electricity in Conductors. Physical Review, July 1928, s. 97 až 109.

[9] *Nyquist, H.*: Thermal Agitation of Electric Charge in Conductors. Physical Review, July 1928, s. 110 až 113.

Autorizovaným distributorem všech integrovaných obvodů, popsaných či použitých v zapojeních, uvedených v tomto čísle KE (kromě obvodů výrobce Maxim), je v České republice firma Macro - Weil spol. s r.o., se sídlem Lotyšská 10, Praha 6, 160 00, tel.: (02) 24317032, fax.: (02) 24310335.

OBVODY PRO MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO VÝKONU (PŘÍKONU) A ENERGIE V SÍTI 230 (115) V, 50 (60) Hz

Přístroje pro měření elektrického výkonu (příkonu) a množství elektrické energie, realizované ještě v nedávné minulosti z diskrétních součástek (nemluvě o elektromechanických měřidlech s indukční měřící soustavou), se vyznačovaly poměrně složitým obvodovým i konstrukčním řešením. S vývojem speciálních pro tento účel určených integrovaných obvodů přišla nová éra, kdy je možno i v amatérských podmínkách relativně snadno a bez problémů sestrojit velice přesný měřící přístroj pro měření jak výkonu (příkonu), tak i celkového množství elektrické energie (elektrické práce).

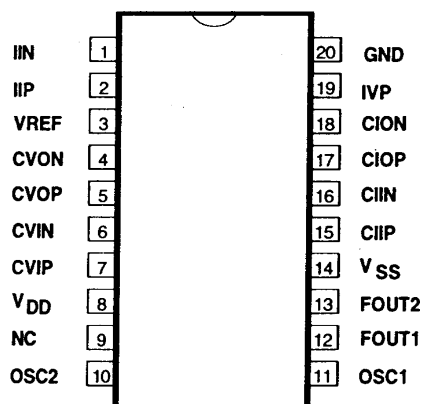
Zvláště u elektrických spotřebičů s impulsní regulací nebo induktivním či kapacitním charakterem nelze činný příkon jednoduše měřit ampérmetrem a voltmetrem, jejichž údaje bychom prostě vynásobili, ale je nutno pro tato měření použít skutečný wattmetr. Přitom kontrola příkonu nebo množství elektrické energie, odebrané spotřebičem za určitý časový úsek, je z ekonomického hlediska velice důležitá - jak při vývoji elektrického zařízení, tak i během jeho vlastního provozu. Přístroje na měření výkonu (příkonu) mohou být také používány například při diagnostice závad elektrických spotřebičů, neboť zvětšený, ale i zmenšený příkon zpravidla signalizuje, že něco není v pořádku. Protože se měřící přístroj zapojuje mezi zdroj elektrické energie a spotřebič, obejde se toto měření bez potřeby demontáže měřeného zařízení.

Ucelený výrobní program, nabízející několik integrovaných obvodů, speciálně vyvinutých pro měření elektrického výkonu a množství elektrické energie a naprostou špičku v tomto oboru představuje jihoafrická firma SAMES (South African Micro - Electronic Systems Ltd). Tab. 1 přináší přehled základních vlastností, možností a funkcí integrovaných obvodů od firmy SAMES. Dále bude blíže popsáno pět nejzajímavějších obvodů z této řady, včetně jejich praktických zapojení v různých aplikacích.

SA9102

- obvody s impulsním výstupem pro měření výkonu a elektrické energie -

Obvody SA9102C a SA9102E jsou určeny k měření výkonu a energie v jednofázovém rozvodu, obvody SA9102F a SA9102H umožňují navíc obousměrné měření. Vlastní spotřeba obvodů je typicky 25 mW. Obvody na svém čipu obsahují zdroj referenčního napětí, je k nim možné připojit jakýkoliv typ proudového snímače a splňují všechny požadavky normy IEC 521/1036 pro měřidla množství elektrické energie třídy 1.

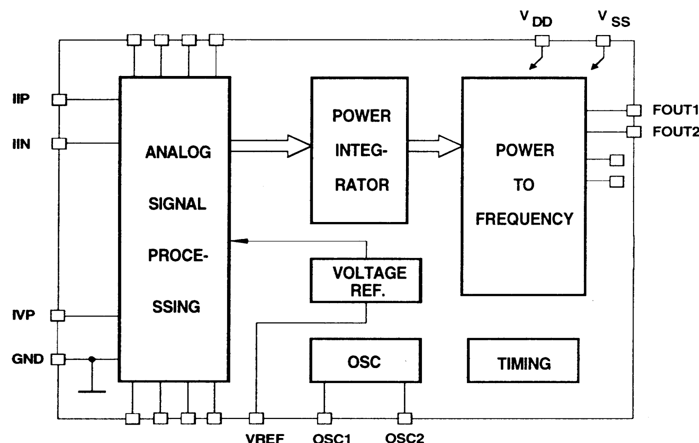


Obr. 1. Zapojení vývodů pro typ SA9102C, pohled shora

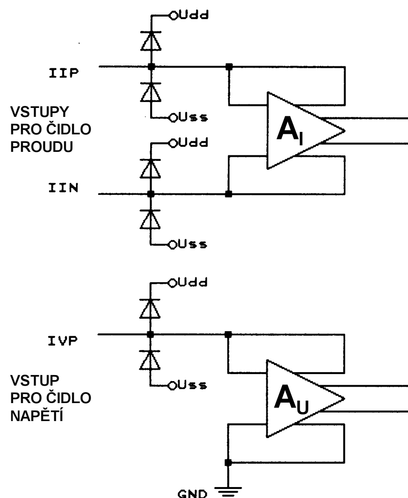
Zapojení vývodů pro typ SA9102C je na obr.1. Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9102 je na obr. 2. Vývody IIP a IIN jsou vstupy pro čidlo proudu, IVP je vstup pro čidlo napětí, FOUT1 a FOUT2 jsou výstupy impulsů, jejichž kmitočet je úměrný měřenému činnému výkonu. Označení bloku ANALOG SIGNAL PROCESSING znamená ZPRACOVÁNÍ ANALOGOVÉHO SIGNÁLU, POWER INTEGRA-

Tab. 1. Přehled základních vlastností integrovaných obvodů firmy SAMES

Typové označení obvodu	Počet fází				Měřený parametr						Typ výstupu							Pouzdro - suffix				
	1 fáze	2 fáze	3 fáze	obousměrné	Činný výkon	Činná energie	Jalová energie	Kmitočet	Napětí	Multi tarif	Impulsní	Počet impulsů	Sériový	LED	LCD	Střední hodnota	Okamžitá hodn.	DIP - 20	SOIC - 20	DIP - 40	PLCC - 44	PLCC - 68
Jednofázové obvody																						
SA9102C	✓				✓	✓					✓	1160/4				✓		PA	SA			
SA9102E	✓				✓	✓					✓	1160/4					✓	PA	SA			
SA9102F&H	✓			✓	✓	✓					✓	64					✓	PA	SA			
SA9103C	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓					PA	SA			
SA9103E	✓			✓	✓	✓							✓					PA	SA			
SA9106A	✓			✓	✓									✓		✓				PA	FA	
SA9109A	✓			✓	✓	✓				✓	✓	Prog.	✓		✓		✓				FA	
SA9122E	✓				✓	✓					✓	1160/4			✓		✓			PA	FA	
Dvoufázové obvody																						
SA9108E		✓			✓	✓					✓	1160/4					✓			PA	FA	
SA9108F		✓		✓	✓	✓					✓	64					✓			PA	FA	
Třífázové obvody																						
SA9105A			✓		✓	✓					✓	1160/4				✓				PA	FA	
SA9105E			✓		✓	✓					✓	1160/4					✓			PA	FA	
SA9105F			✓	✓	✓	✓					✓	64					✓			PA	FA	
SA9110A			✓	✓	✓	✓				✓	✓	Prog.	✓		✓		✓					FA



Obr. 2. Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9102



Obr. 3. Zapojení vstupních obvodů pro snímání velikosti napětí a protékajícího proudu

TOR znamená INTEGRÁTOR VÝKONU, POWER TO FREQUENCY znamená PŘEVOD VÝKONU NA KMITOČET, VOLTAGE REF. znamená REFERENČNÍ NAPĚTÍ, OSC znamená OSCILÁTOR a TIMING znamená ČASOVÁNÍ. Obvody jsou zhotoveny technologií CMOS a umožňují analogově/digitální převod měřeného výkonu či energie.

Zapojení vstupních obvodů pro snímání velikosti napětí a protékajícího proudu je na obr. 3. Vstupy jsou proti poškození elektrostatickým přepětím chráněny diodami. Naměřená velikost napětí a proudu je zpracována dvěma A/D převodníky s převzorkováním, vnitřní offset je eliminován použitím procedury automatického nulování. Na výstupu jsou generovány impulsy, jejichž kmitočet je úměrný měřenému činnému výkonu. K dispozici jsou dva výstupy, FOUT1 a FOUT2. Na výstupu FOUT2 je kmitočet výstupu FOUT1 dělený 290.

Na obr. 4 je funkční blokové zapojení měřícího modulu PM9102AP. Svorky NEUTRAL IN a OUT jsou VSTUP a VÝSTUP NULOVÉHO VODIČE sítě (pro snímání síťového proudu), NEUTRAL a LIVE jsou napěťové svorky pro připojení NULOVÉHO a FÁZOVÉHO vodiče sítě, SHUNT znamená bočníkový rezistor *Rsh*, POWER SUPPLY znamená NAPÁJEČ, VOLTAGE SENSE znamená SNÍMÁNÍ NAPĚTÍ, POWER METER znamená MĚŘIČ VÝKONU, OPTO COUPLER znamená OPTOELEKTRICKÝ VAZEBNÍ ČLEN, POWER OUTPUT je VÝSTUP INFORMACE O ZMĚŘENÉM VÝKONU (výstup impulsů).

Podrobné schéma zapojení měřicího modulu s obvodem řady SA9102 je na obr. 5. Maximální velikost měřeného proudu je zde dána odporem rezistorů *R1*, *R2* a bočníku *Rsh*. S odpory rezistorů *R1* a *R2*, uvedenými v rozpisce k obr. 5, lze při maximálním povoleném vstupním proudu 16 µA obvodu SA9102 a při odporu bočníku *Rsh* = 625 µΩ snímat proud do zátěže až 80 A. Pro jinou maximální velikost snímaného proudu lze pro daný maximální vstupní proud 16 µA obvodu SA9102 a zvolený odpor bočníku *Rsh* určit odpory rezistorů *R1*, *R2* z následující rovnice:

$$R1 = R2 = \frac{I_L}{16} \cdot \frac{Rsh}{2},$$

kde:

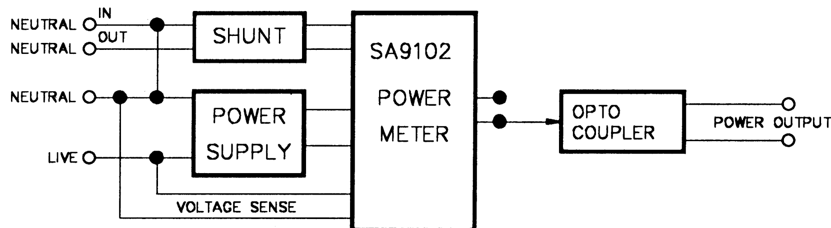
I_L [A] je maximální měřený proud,

Rsh [µΩ] je odpor bočníkového rezistoru, který by neměl být menší než 200 µΩ.

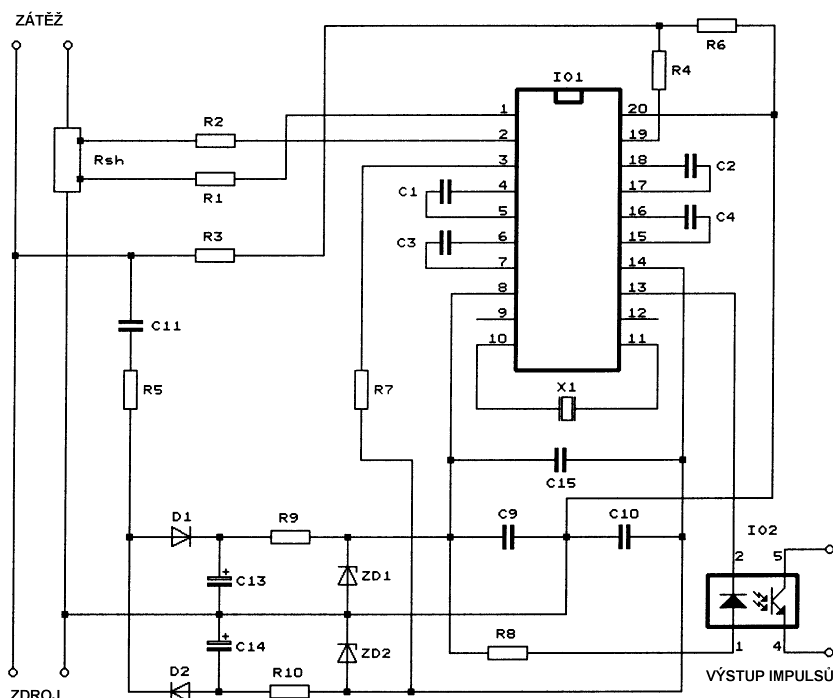
Odpor rezistorů *R1* a *R2* se vypočte v [Ω].

Při napětí 230 V a proudu 80 A je kmitočet na výstupu FOUT1 roven 1,16 kHz. V tomto případě tedy jeden impuls na výstupu odpovídá množství energie 18,4 kW/1160 Hz = 15,9 Ws. Výstup je galvanicky oddělen a navázán na další zařízení pomocí optočlenu.

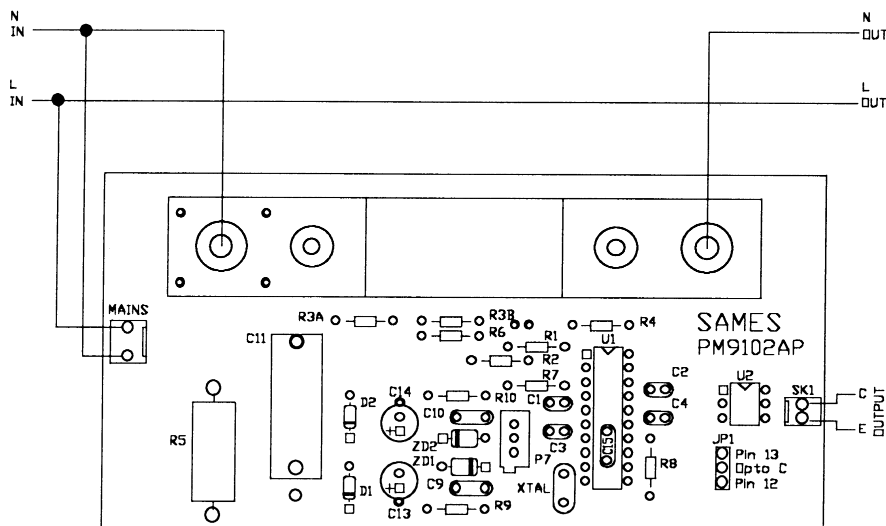
Měřící modul je napájen symetrickým napětím ±2,5 V, získaným přímo



Obr. 4. Funkční blokové zapojení modulu PM9102AP



Obr. 5. Schéma zapojení modulu PM9102AP



Obr. 6. Umístění součástek na desce PM9102AP

ze síťového napětí. Celkový příkon modulu nepřesáhne 500 mW.

Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji modulu PM9102AP je na obr. 6. Vodiče N a L jsou NULOVÉ a FÁZOVÉ, svorky MAINS jsou pro připojení síťového napětí, OUTPUT C, E je výstup impulsů, velký obdélník u horního okraje desky je bočníkový rezistor *Rsh*.

Seznam součástek

(pro zapojení na obr. 5)

IO1	SA9102CP/EP/FP/HP
IO2	optočlen 4N35
D1, D2	1N4148
ZD1, ZD2	2,4 V/200 mW
X1	krystal 3,5795 MHz
R1, R2	1,6 kΩ/1 %
R3A	120 kΩ*, 200 kΩ **/1 %
R3B	82 kΩ*, 180 kΩ**/1 %
R4	1 MΩ/1 %
R5	470 Ω/2 W/5 %
R6	24 kΩ
R7	22 kΩ
R8, R9, R10	680 Ω/5 %
C1, C2	560 pF
C3, C4	3,3 nF
C9, C10	100 nF
C11	1 μF*, 0,47 μF**
C13, C14	100 μF/16 V
C15	820 nF
Rsh	bočníkový rezistor 80A, 50mV (625 μΩ)

* hodnota pro síťové napětí 115V

** hodnota pro síťové napětí 230V

SA9103

- obvody pro jednofázové obousměrné měření výkonu a elektrické energie se sériovým rozhraním -

Obvody řady SA9103 umožňují obousměrné měření činného i jalového výkonu a rovněž měří kmitočet sítě. Integrované velikosti činného i jalového výkonu (tj. činná a jalová energie) a údaj o kmitočtu jsou dostupné přes sériový interface s komunikačním protokolem RS232. To je ideální pro spojení s mikrokontrolérem nebo pro přímé připojení k osobnímu počítači (PC).

Zapojení vývodů obvodů řady SA9103 je na obr. 7. Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9103 je na obr. 8. Nápis ACTIVE ENERGY znamená ČINNÁ ENERGIE, REACTIV ENERGY znamená JALOVÁ ENERGIE, vývod SIN představuje SÉRIOVÝ VSTUP, SOUT představuje SÉRIOVÝ VÝSTUP.

Na obr. 9 je blokové zapojení měřicího modulu PM9103AP. Označení bloků je stejné jako na obr. 4, D-sub CONNECTOR je devítipólová vidlice D-sub.

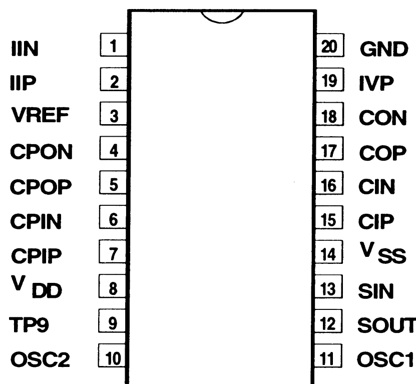
Podrobné schéma zapojení měřicího modulu PM9103AP je na obr. 10. Modul je navržen pro přímé propojení s osobním počítačem, na kterém lze změřená data dále efektivně zpracovávat. Velikost změřeného výkonu je přenášena jako šestnáctibitové slovo. Protože je celý modul napájen přímo z elektrovodné sítě, jsou výstupy měřícího modulu galvanicky odděleny od vstupního portu osobního počítače optoelektrickými vazebními členy IO2 a IO3.

Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji modulu PM9103AP je na obr. 11.

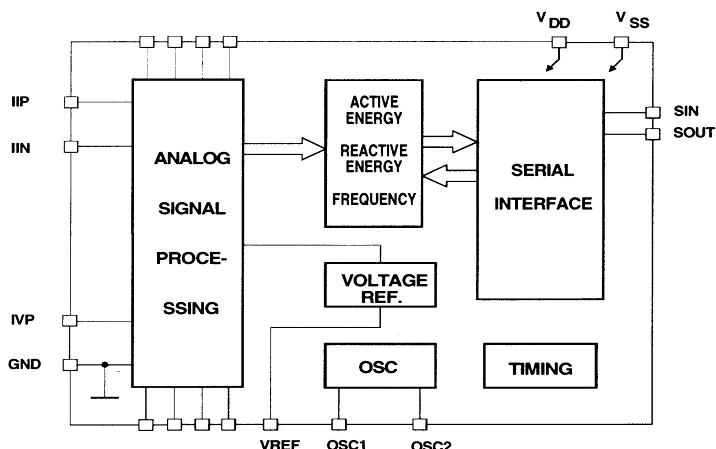
Seznam součástek

(pro zapojení na obr. 10)

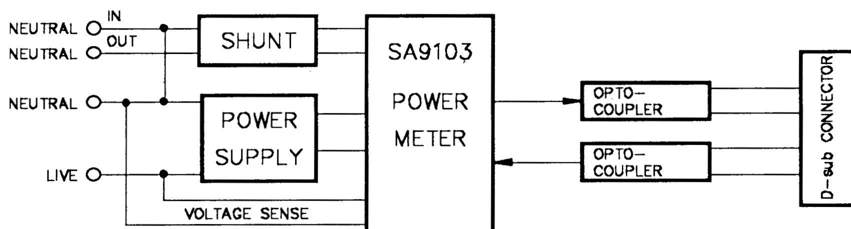
IO1	SA9103CP/SA9103EP
IO2, IO3	optočlen 4N35
D1, D2, D3	1N4148



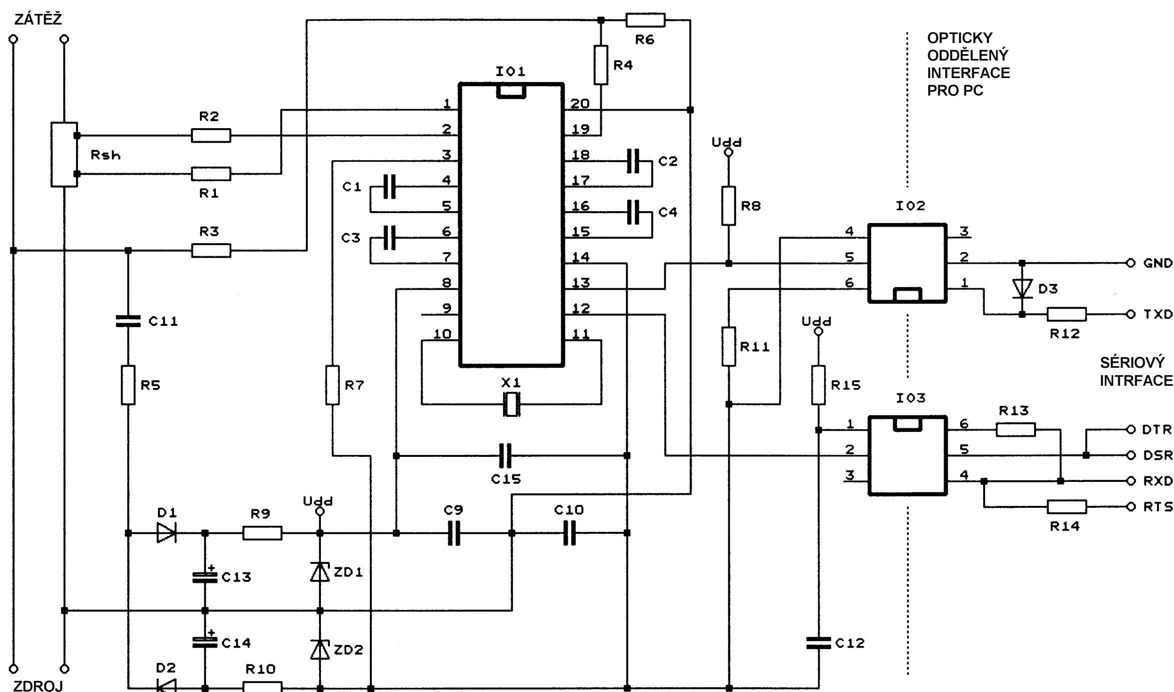
Obr. 7. Zapojení vývodů SA9103, ponled shora



Obr. 8. Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9103



Obr. 9. Funkční blokové zapojení modulu PM9103AP



Obr. 10. Schéma zapojení modulu PM9103AP

ZD1, ZD2	2,4 V/200 mW
X1	krystal 3,5795 MHz
R1, R2	1,6 kΩ/1 %
R3A	120 kΩ*, 200 kΩ **/1 %
R3B	82 kΩ*, 180 kΩ**/1 %
R4	1 MΩ/1 %
R5	470 Ω/2 W/5 %
R6	24 kΩ
R7	22 kΩ
R8, R9, R10	680 Ω/5 %
R12, R15	120 Ω/5 %
R13	120 kΩ/5 %
C1, C2	560 pF
C3, C4	3,3 nF
C9, C10, C12	100 nF
C11	1 μF*, 0,47 μF**
C13, C14	100 μF/16 V
C15	820 nF
Rsh	bočníkový rezistor 80A, 50mV (625 μΩ)

* hodnota pro síťové napětí 115V
** hodnota pro síťové napětí 230V

SA9105

- obvody s impulsním výstupem pro třífázové měření výkonu a elektrické energie -

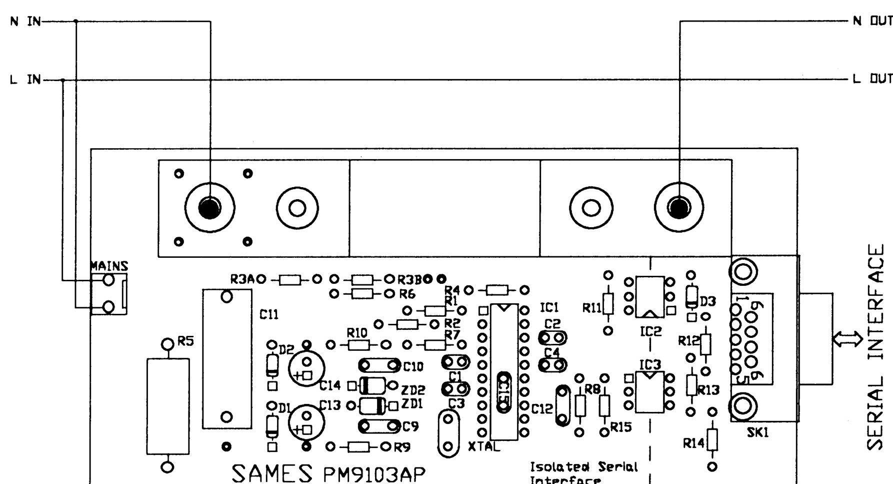
Obvody řady SA9105 umožňují jednosměrné měření výkonu a množství elektrické energie v jedno, ve dvou nebo ve třífázovém rozvodu. Svou základní podstatou jsou podobné dříve popsaným obvodům řady SA9102 pro jednofázová měření, což je ostatně vidět i z vnitřního blokového zapojení.

Zapojení vývodů obvodů řady SA9105, vyráběných v pouzdře DIP-40, je na obr.12a, zapojení vývodů pouzdra PLCC-44 je na obr. 12b.

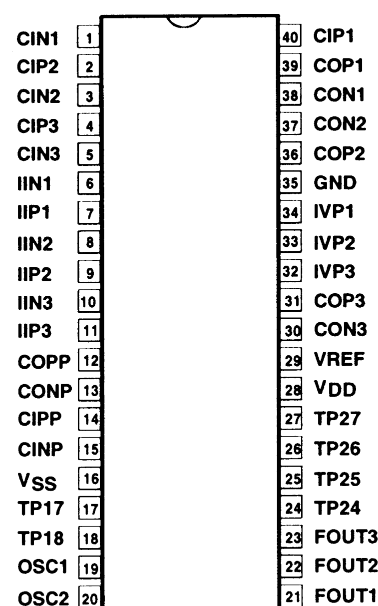
Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9105 je na obr. 13. Vstupy IVP1 až IVP3 jsou vstupy pro snímání velikosti napětí fáze 1 až 3, vstupy IIN1 až IIN3 a IIP1 až IIP3 jsou vstupy pro připojení proudového senzoru.

Blokové zapojení měřícího modulu PM9105AF je na obr. 14. Vývody LINE1 až LINE3 a NEUTRAL jsou vstupy pro fázová a nulové napětí, transformátory PHASE1 až PHASE3 jsou proudové transformátory fázových proudů. Svorky 0 V a 5 V jsou napájecí, FOUT1 až FOUT3 jsou výstupy impulsů, jejichž kmitočty vyjadřují celkový změřený činný výkon.

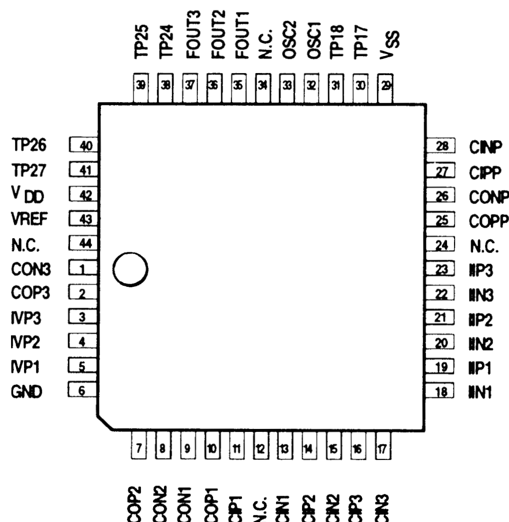
Podrobné schéma zapojení měřícího modulu PM9105AF s obvodem řady SA9105 je na obr. 15. Zde jsou vstupy fázových napětí označeny jako U_{L1} až U_{L3}. Jako proudové snímače pro monitorování procházejícího proudu v jednotlivých fázích jsou použity proudové transformátory CT1



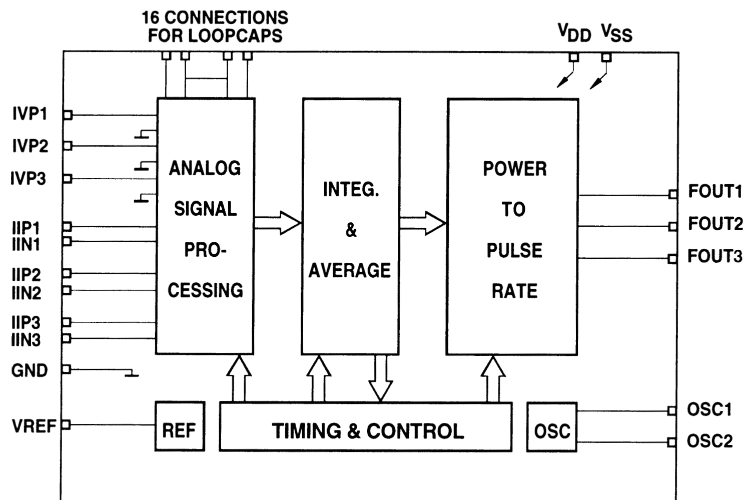
Obr. 11. Umístění součástek na desce PM9103AP



Obr. 12a. Zapojení vývodů SA9105, pouzdro DIP-40 (suffix PA), pohled shora



Obr. 12b. Zapojení vývodů SA9105, pouzdro PLCC-44 (suffix FA), pohled shora



Obr. 13. Vnitřní blokové zapojení obvodů řady SA9105

až CT3. Měřené fázové proudy jsou označeny I_{L1} až I_{L3}. Modul je navržen pro měření třífázového napětí 3x 230 V a proudu až 80 A.

Maximální proud, který může téci do vstupů obvodu SA9105 pro měření proudu je 16 μA. Z toho pro zvolené maximální velikosti přetransformovaného měřeného proudu vypočítáme potřebné odpory rezistorů R8 až R13:

$$R8 = R9 = \frac{I_{L1}'}{16 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{R18}{2},$$

$$R10 = R11 = \frac{I_{L2}'}{16 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{R19}{2},$$

$$R12 = R13 = \frac{I_{L3}'}{16 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{R20}{2},$$

kde:

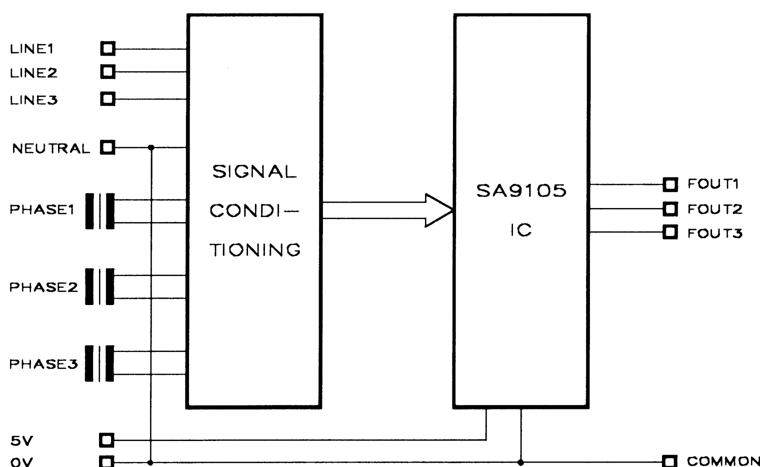
I_{Lx}' [A] jsou maximální přetransformované měřené proudy v jednotlivých fázích.

Odpory rezistorů *R8* až *R13* a *R18* až *R20* se dosazují v [Ω].

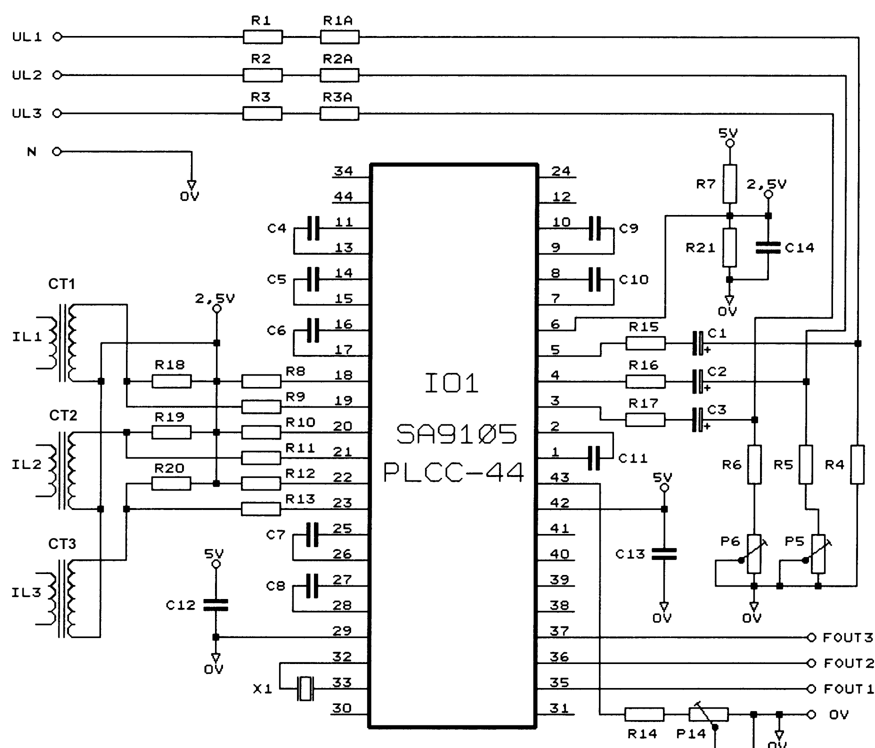
Celková spotřeba vlastního měřícího modulu (kromě proudových senzorů) je při napájení z vnějšího zdroje 5 V menší než 500 mW.

Obvody řady SA9105 na svých výstupech generují impulsy, jejichž kmitočet je úměrný velikosti měřeného činného výkonu. K dispozici jsou tři výstupy FOUT1, FOUT2 a FOUT3. Na výstupu FOUT1 je kmitočet f_{FOUT1}, na výstupu FOUT2 je kmitočet $f_{FOUT1}/4$ a na výstupu FOUT3 je kmitočet $f_{FOUT1}/290$. Při proudu 80 A a kmitočtu výstupního signálu f_{FOUT1} = 1,16 kHz odpovídá jednomu impulsu množství elektrické energie 47,6 Ws.

Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji modulu PM9105AF je na obr. 16.



Obr. 14. Funkční blokové zapojení modulu PM9105AF

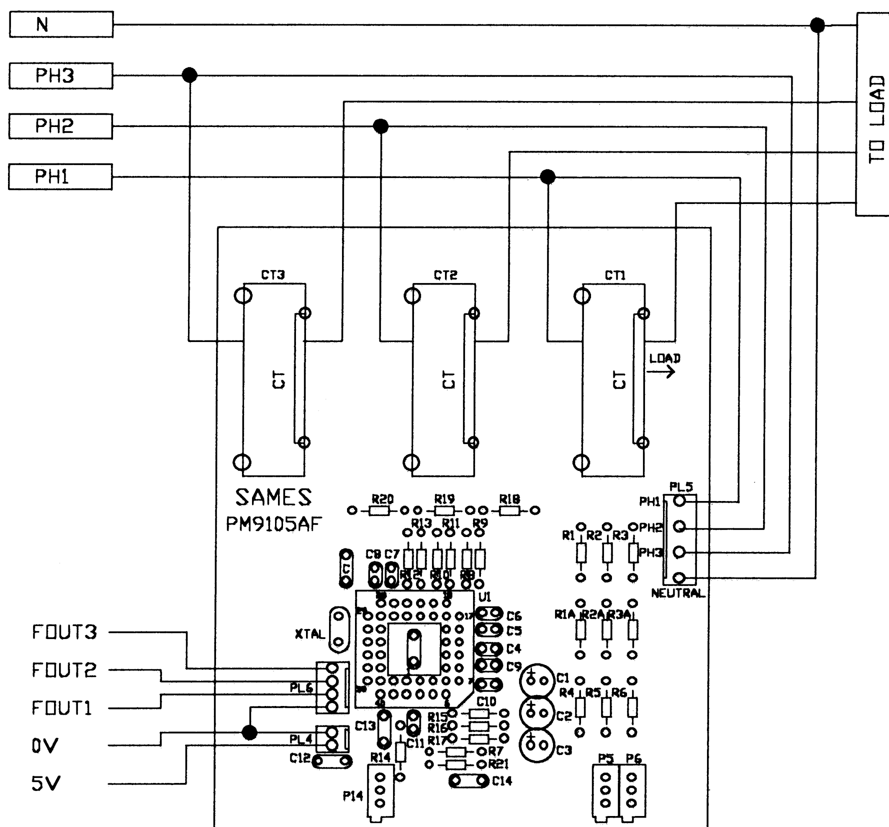


Obr. 15. Schéma zapojení modulu PM9105AF

Seznam součástek

(pro zapojení na obr. 15)

IO1	SA9105AF/EF/FF
X1	krystal 3,5795 MHz



Obr. 16. Rozmístění součástek na desce modulu PM9105AF

R1, R2, R3	200 kΩ*, 120 kΩ**/1 %
R1A, R2A, R3A	180 kΩ*, 82 kΩ**/1 %
R4	24 kΩ/1 %
R5, R6, R14	22 kΩ/1 %
R7, R21	820 Ω/1 %
R8, R9, R10, R11, R12, R13	2,7 kΩ/1 %
R15, R16, R17	1 MΩ/1 %
R18, R19, R20	2,7 Ω/1 %
P5, P6, P14	4,7 kΩ, trimr víceotáčkový
C1, C2, C3	1 μF/16 V
C4, C5, C6, C8	3,3 nF
C7	2,2 nF
C9, C10, C11	560 pF
C12, C14	100 nF
C13	820 nF

* hodnota pro síťové napětí 115V
** hodnota pro síťové napětí 230V

SA9106A

- obvod pro jednofázové obousměrné měření výkonu s výstupem pro displej LED -

Obvod SA9106A je určen pro jednofázové měření výkonu a má na svém čipu integrován budič pro přímé připojení pětimístného sedmisegmentového displeje LED v konfiguraci se společnou katodou.

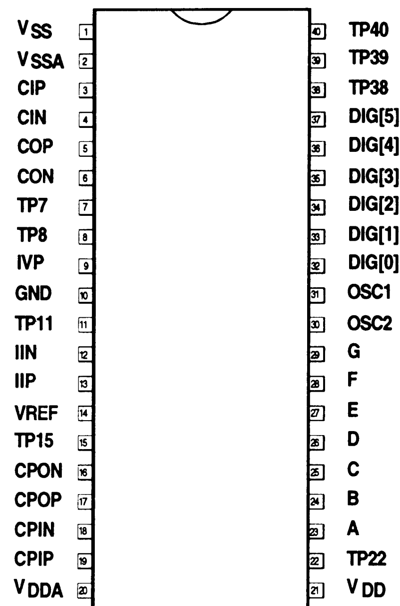
Zapojení vývodů obvodu SA9106A pro pouzdro DIP-40 je na obr. 17.

Vnitřní blokové zapojení obvodu SA9106A je na obr. 18. Označení bloku LED DISPLAY DRIVER znamená BUDIČ DISPLEJE LED.

Funkční blokové zapojení modulu PM9106AP je na obr. 19.

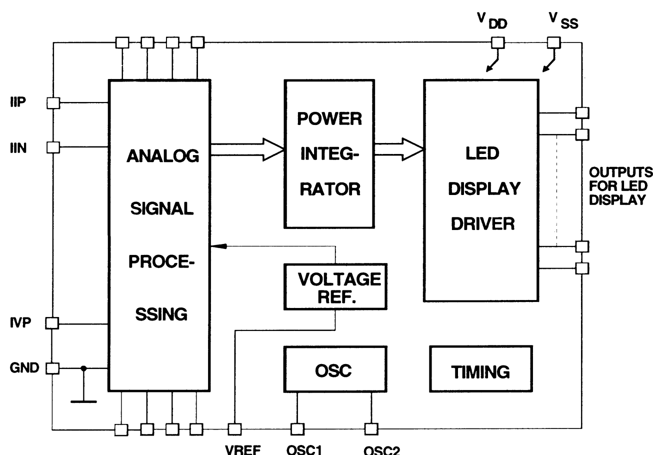
Podrobné schéma zapojení měřicího modulu PM9106AP je na obr. 20.

Modul měří činný výkon nebo příkon a jeho velikost přímo ve wattech zobrazuje na displeji LED. Vzhledem k použitému pětimístnému displeji je údaj pro plný rozsah 20 000 W (tj. 20 kW) s rozlišovací schopností 1 W. Změřený výkon je v tomto zapojení zobrazován a aktualizován v periodách přibližně po 2 s.

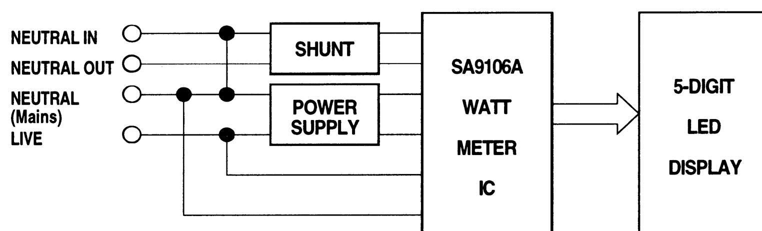


Obr. 17. Zapojení vývodů SA9106A, pouzdro DIP-40 (suffix PA), pohled shora

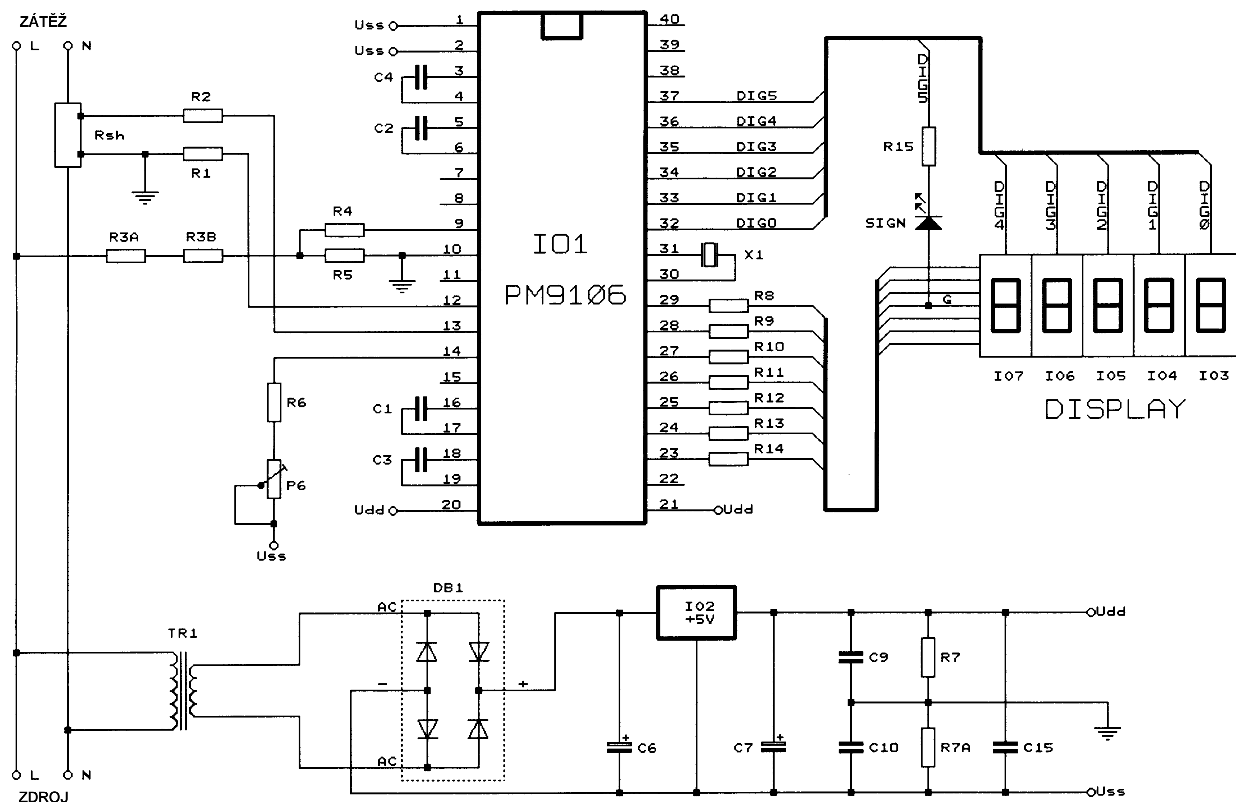
Velikost protékajícího proudu je v zapojení na obr. 20 snímána proudovým bočníkem *Rsh* s odporem 625 μΩ, takže při proudu bočníkem v rozmezí 0 až 80 A je proud do proudových vstupů obvodu PM9106 v rozmezí od 0 do 16 μA. Při maximálním měřeném proudu 80 A je úbytek napětí na bočníku *Rsh* 50 mV. Proudové vstupy obvodu PM9106 jsou saturovány, když vstupní proud (efektivní hodnota) přesáhne velikost 18 μA. Překročení této velikosti je signalizováno blikáním displeje.



Obr. 18. Vnitřní blokové zapojení obvodu SA9106A



Obr. 19. Funkční blokové zapojení modulu PM9106AP



Obr. 20. Schéma zapojení modulu PM9106AP

Velikost vstupního proudu integrovaného obvodu je určena velikostí rezistorů *R1*, *R2* a *Rsh*. Jejich odpory musí být navrženy tak, aby při maximálním měřeném proudu I_L bočníkem *Rsh* byl vstupní proud integrovaného obvodu 16 µA. Přitom by odpor bočníku neměl být menší než 200 µΩ. Pro výpočet platí:

$$R1 = R2 = \frac{I_L}{16} \cdot \frac{Rsh}{2},$$

kde I_L se dosazuje v [A], *Rsh* v [µΩ] a R1, R2 v [Ω].

Měřící modul PM9106AP má vlastní napájecí zdroj, tvořený transformátorem TR1, můstkovým usměrňovačem DB1, filtračními kondenzátory a stabilizátorem napětí 5 V. Z tohoto zdroje je napěťovým děličem R7, R7A získáno symetrické napájecí napětí ±2,5 V pro obvod SA9106A. Spotřeba celého modulu s výjimkou proudového snímače je menší než 800 mW.

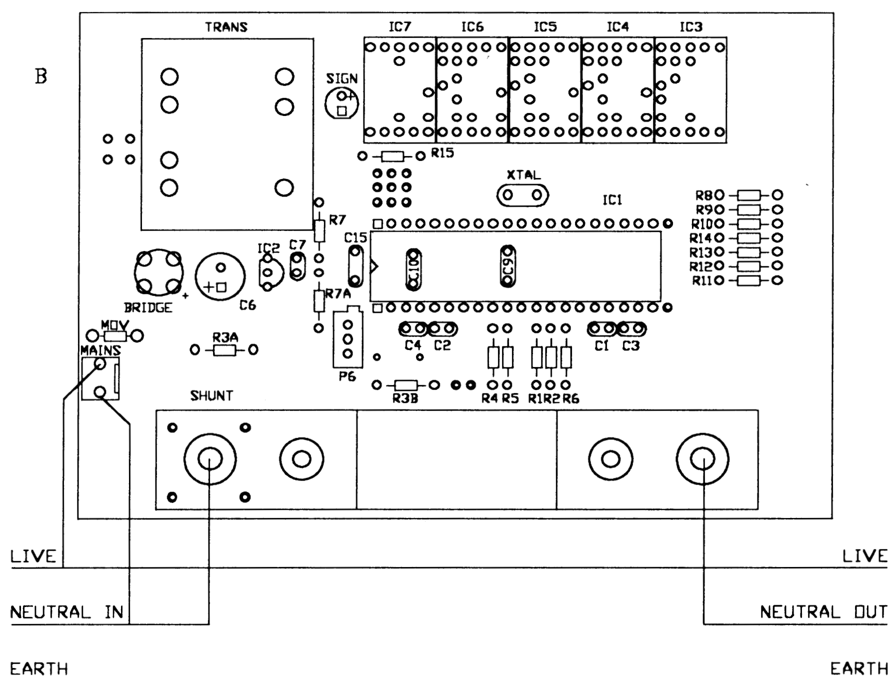
Na obr. 21 je rozmístění součástek na desce modulu PM9106AP.

Seznam součástek

(pro zapojení na obr. 20)

IO1	SA9106A
IO2	optočlen 4N35
IO3, IO4, IO5	
IO6, IO7	sedmisegmentový displej, společná K
DB1	W04M, můstkový usměrňovač
SIGN	červená LED, 3mm
X1	krystal 3,5795 MHz
R1, R2	1,6 kΩ/1 %
R3A	120 kΩ*, 200 kΩ**/1 %
R3B	82 kΩ*, 180 kΩ**/1 %
R4	1 MΩ/1 %
R5	24 kΩ/1 %
R6	odpor neuveden
R7A, R7B	820 Ω/1 %
R8	50 Ω (segment G)
R9	50 Ω (segment F)
R10	50 Ω (segment E)
R11	50 Ω (segment D)
R12	50 Ω (segment C)
R13	50 Ω (segment B)
R14	50 Ω (segment A)
R15	50 Ω
P6	trimr 5 kΩ, víceotáčkový
C1, C2	560 pF
C3, C4	3,3 nF
C6	1000 µF/16 V
C7, C8, C9	100 nF
C15	820 nF
TR1	síťový transformátor, 2x 115 V/9 V/1,5 VA
Rsh	625 µΩ, bočníkový rezistor

* hodnota pro síťové napětí 115 V
** hodnota pro síťové napětí 230 V



Obr. 21. Rozmístění součástek na desce modulu PM9106AP

SA9109A

- obvod pro jednofázové obousměrné měření elektrické energie s výstupem pro LCD displej -

Obvod SA9109A je určen pro jednofázové měření elektrické energie a má na svém čipu integrován budič pro přímé připojení sedmimístného sedmisegmentového displeje LCD včetně několika dalších signálních znaků.

SA9109A je vyráběn pouze v provedení v pouzdru PLCC-44, jehož zapojení vývodů je na obr. 22.

Vnitřní blokové zapojení obvodu SA9109A je na obr. 23.

Funkční blokové zapojení modulu PM9109BF je na obr. 24.

Podrobné schéma zapojení měřicího modulu PM9109BF je na obr. 25.

SA9109A obsahuje na svém čipu registry a paměť RAM, címž je výrobci zařízení s tímto obvodem umožněno modifikovat a ukládat některá data.

Převodní poměr (počet výstupních impulsů) je u obvodu SA9109A programovatelný nastavením převodní konstanty K_S během kalibrace. Výstupní kmitočet f_P je určen následující rovnicí:

$$f_P = 11{,}16 \cdot \frac{f_{OSC}}{3{,}5795} \cdot \frac{I_I \cdot I_U}{I_R^2} \cdot \frac{40062{,}5}{K_S},$$

kde:

f_{OSC} [MHz] je kmitočet oscilátoru (v rozsahu 2 až 4 MHz),

I_I [μA] je vstupní proud proudových vstupů (16 μA při maximálním síťovém proudu),

I_U [μA] je vstupní proud napěťových vstupů (14 μA při jmenovitém síťovém napětí),

I_R [μA] je referenční proud (typicky 50 μA) a

K_S je nastavitelná převodní konstanta v rozsahu 1000 až 16384, její výchozí (default) hodnota je 11389.

Obvod SA9109A umožňuje funkcí multitariff měření až ve čtyřech tarifech. Tarifní registry jsou externě volitelné pomocí vstupů SR(0) a SR(1).

Obsah tarifních registrů může být postupně zobrazen stlačováním tlačítka SCROLL. Obsah registru se na displeji zobrazuje po dobu 10 s, pokud tlačítko není znovu aktivováno. Po uplynutí 10 s je opět zobrazován obsah „aktivního“ registru, zvoleného nastavením spínačů TARIFF.

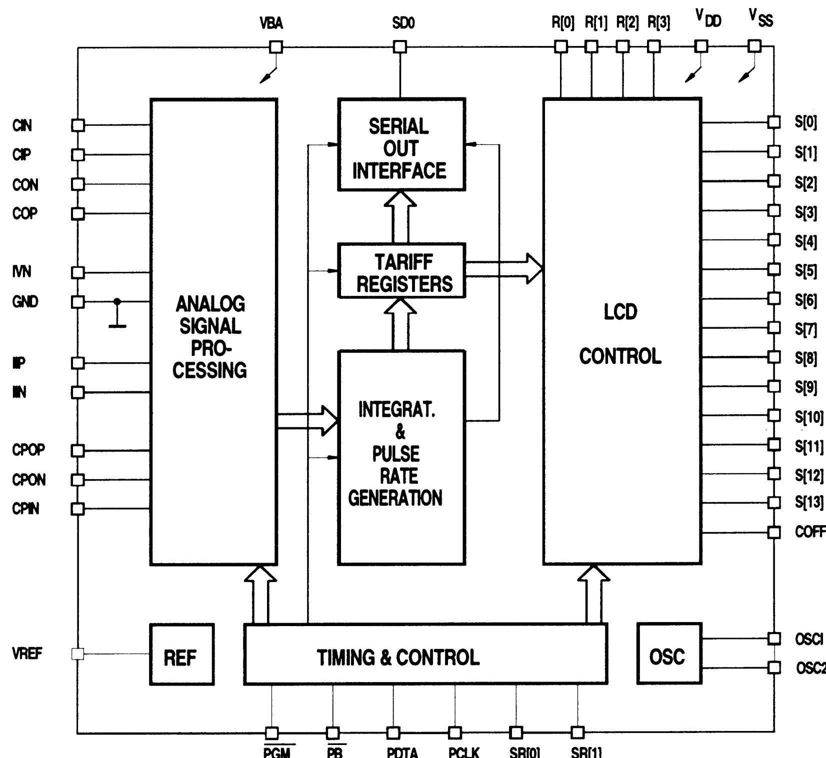
Aby se při výpadku elektrické energie neztratila naměřená data, je napájení obvodu SA9109A zálohováno baterií BAT. Napájení analogové části je od napájení digitální části odděleno. Pokud se z jakéhokoliv důvodu odpojí hlavní napájecí napětí, zmenší se napájecí napětí analogové části na nulu a digitální část se přepne do klidového úsporného režimu, aby se minimalizoval proudový odběr ze záložní baterie. Při přechodu do úsporného režimu nastanou tyto změny:

- odpojí se všechny vstupy,
- všechny výstupy přejdou do stavu s vysokou impedancí,
- oscilátor přestane kmitat,
- displej LCD přestane být buzen,
- obsah paměti RAM se zálohuje po dobu napájení ze záložního zdroje.

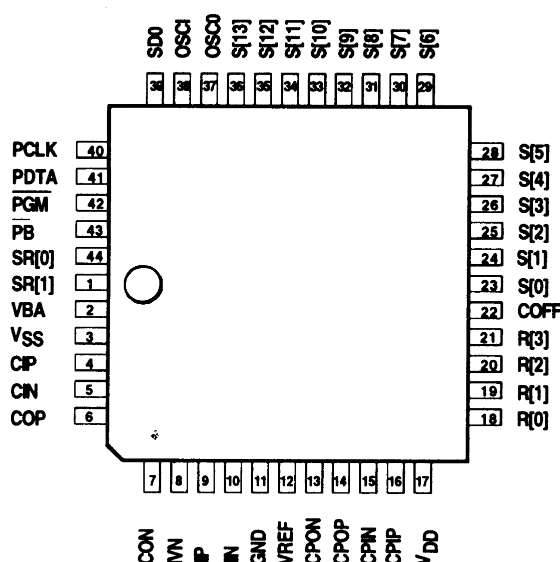
Seznam součástek

(pro zapojení na obr. 25)

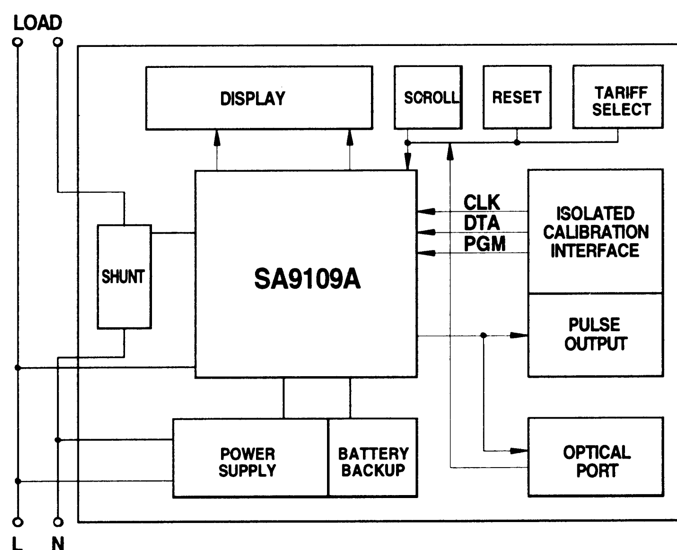
IO1 SA9102CP/EP/FP/HP
IO2 ILQ74 - čtyřnásobný optočlen
IO3 optočlen 4N35



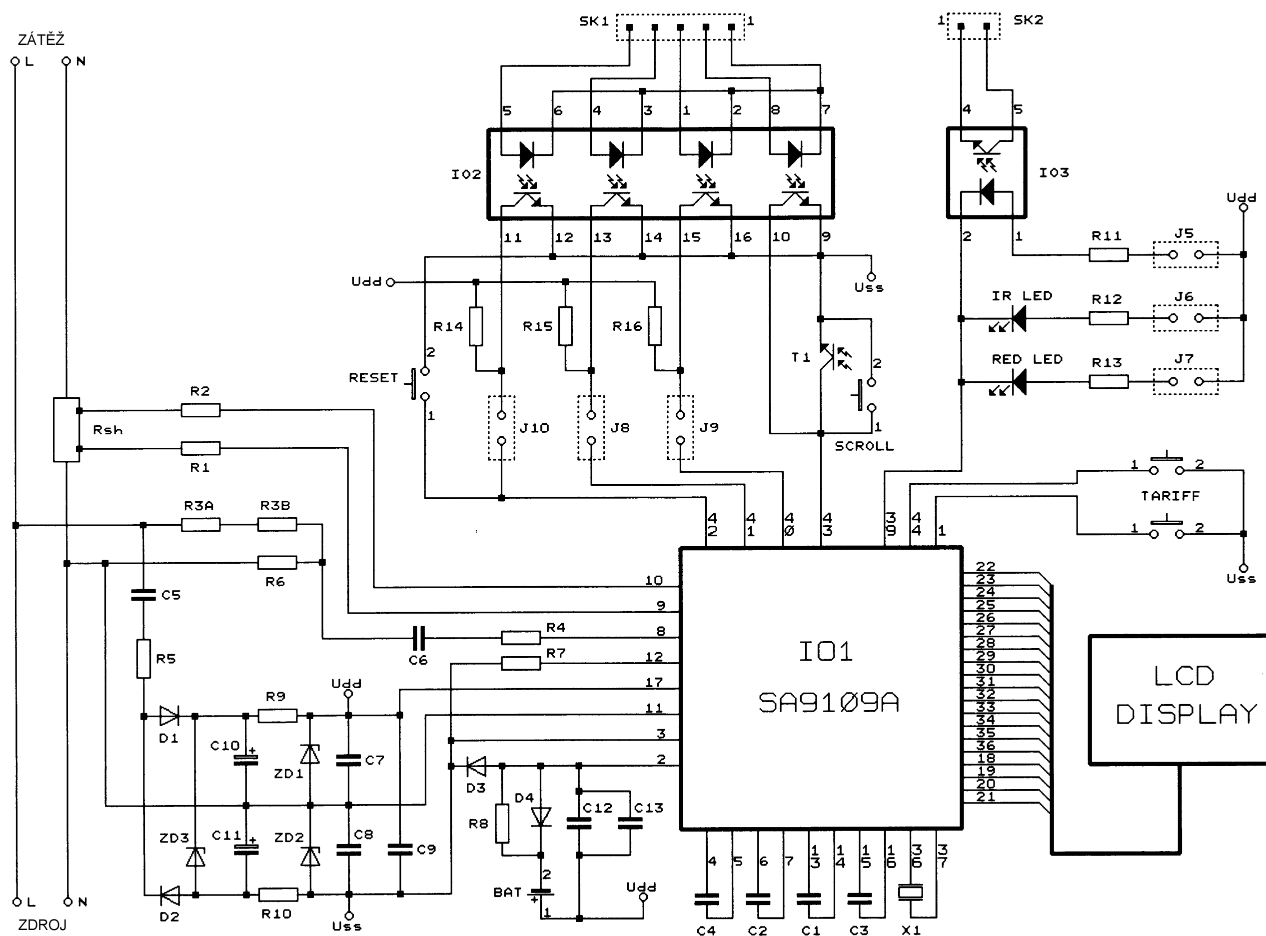
Obr. 23. Vnitřní blokové zapojení obvodu SA9109A



Obr. 22. Zapojení vývodů SA9109A, pouzdro PLCC-44



Obr. 24. Blokové zapojení modulu PM9109BF



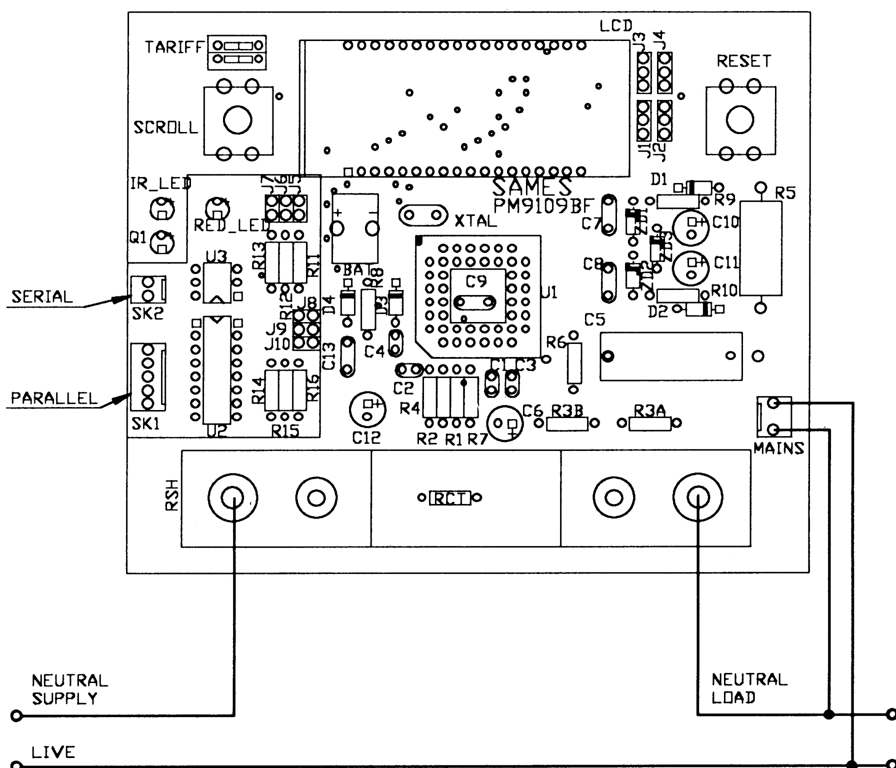
Obr. 25. Schéma zapojení kodulu PM9109BF

T1	fototranzistor	LCD	OEL-7678, displej LCD
D1, D2, D3, D4	1N4148	X1	krystal 3,5795 MHz
ZD1, ZD2	2,4 V	R1, R2	1,6 kΩ / 1%
ZD3	47V	R3A	120 kΩ*, 200 kΩ**/1 %
IR LED	infračervená LED	R3B	82 kΩ*, 180 kΩ**/1 %
RED LED	červená LED	R4, R6, R7	24 kΩ/1 %

R5	470 Ω/2 W/5 %
R8	2 MΩ/1 %
R9, R10, R11	680 Ω/1 %
R12, R13, R14, R15, R16	2,2 kΩ/1 %
C1, C2	560 pF
C3, C4	3,3 nF
C5	470 nF**/1 μF*/250 VAC, polyester
C6	1 μF/16 V
C7, C8 , C13	100 nF
C9, C12	820 nF
C10	100 μF/16 V
C11	100 μF/16 V
BAT	baterie 1,2 V
Rsh	bočníkový rezistor 80A, 50 mV (625 μΩ)
SCROLL	tlačítko
RESET	tlačítko
TARIFF	spínač DIP - 2 pólový

* hodnota pro síťové napětí 115V

** hodnota pro síťové napětí 230V



Obr. 26. Rozmístění součástek na desce PM9109BF

Literatura

[1] SAMES - Energy Measurement IC Databook.

Autorizovaným distributorem integrovaných obvodů výrobce SAMES je v České republice firma Macro - Weil spol. s r.o., se sídlem Lotyšská 10, Praha 6, 160 00, tel.: (02) 24317032, fax.: (02) 24310335. Zde je tyto obvody možné zakoupit i v kusovém množství.

OBVODY PRO INDIKACI A OCHRANU PŘI PŘEPĚTÍ I PODPĚTÍ A DOHLEDOVÉ OBVODY (SUPERVIZORY)

Obvody, uvedené v této části, lze podle jejich funkce v podstatě rozdělit do následujících základních čtyř skupin:

1. Obvody pro snímání velikosti napětí a signalizaci stavu, kdy se napětí zmenší pod určitou stanovenou hranici (podpětí). Tato hranice je zpravidla určena minimálním napětím, při kterém je napájené zařízení (a tedy i obvody v něm použité) schopné ještě spolehlivě pracovat bez nebezpečí ohrožení správné funkce či případné ztráty dat. Tyto obvody jsou v angličtině označovány „Undervoltage Sensing Circuits”.

2. Obvody pro snímání velikosti napětí a signalizaci stavu, kdy se napětí zvětší nad určitou stanovenou maximální velikost, při jejímž překročení by mohla být ohrožena správná funkce zařízení, zařízení by mohlo být poškozeno přetížením nebo by mohly být překročením maximálního povoleného napájecího napětí poškozeny obvody či součástky v zařízení použité. V angličtině jsou tyto obvody označovány „Overvoltage Protection (OVP) Circuits”.

3. Integrované obvody, které v sobě kombinují obě výše uvedené funkce a případně jsou vybaveny i dalšími pomocnými funkčními bloky, jako např. lineárními stabilizátory napětí či spínanými měniči DC/DC (pro získání většího napětí nebo napětí záporné polarity pro napájení dalších obvodů). Tyto obvody se nazývají napěťové monitory (vícenásobné, univerzální).

4. Dohledové obvody (supervizory) pro mikroprocesory (v angličtině „Microprocessor Supervisory Circuits” nebo „µP Supervisory”). Tyto obvody v sobě kromě již uvedených funkcí zpravidla sdružují i mnoho dalších funkcí, nutných či vhodných speciálně pro spolupráci a zajištění správné funkce zařízení s mikroprocesory.

Základní charakteristika některých zajímavých, v praxi používaných či použitelných integrovaných obvodů, plnících jednu nebo sdružujících v sobě kombinaci několika shora uvedených funkcí, je pro snadnější orientaci uvedena v tab. 1, za níž následuje jejich podrobnější popis včetně mnoha užitečných příkladů aplikací.

Tab. 1. Obvody pro indikaci a ochranu při přepětí i podpětí a dohledové obvody (supervizory)

Obvod	Popis funkce	Str.	Výrobce
ADM690 až **ADM695**	Řada dohledových obvodů (supervizorů) pro monitorování napájecího napětí a řízení přepínání zálohovací baterie s mnoha dalšími funkcemi pro systémy s mikroprocesory	33	Analog Devices
ICL7665	Dvojitý CMOS detektor přepětí / podpětí	28	Intersil
MAX8211	Obvod pro detekci podpětí, komplementární k obvodu MAX8212	27	Maxim
MAX8212	Obvod pro detekci přepětí, komplementární k obvodu MAX8211	27	Maxim
MAX8215	Obvod pro monitorování napětí ±5 V a ±12 V s jedním přídavným komparátorem pro monitorování dalšího napětí libovolné velikosti	31	Maxim
MAX8216	Obvod pro monitorování napětí ±5 V a ±15 V s jedním přídavným komparátorem pro monitorování dalšího napětí libovolné velikosti	31	Maxim
MAX834	Mikropříkonový napěťový monitor se střadačem (Latch) v pětivývodovém pouzdru SOT23 s výstupem s otevřeným kolektorem	25	Maxim
MAX835	Mikropříkonový napěťový monitor se střadačem (Latch) v pětivývodovém pouzdru SOT23	25	Maxim
MAX836	Mikropříkonový napěťový monitor ve čtyřvývodovém pouzdru SOT-143 s výstupem s otevřeným kolektorem	24	Maxim
MAX837	Mikropříkonový napěťový monitor ve čtyřvývodovém pouzdru SOT-143	24	Maxim
MC33128	Obvod pro řízení napájení (Power Management Controller) v zařízeních s mikroprocesorem, s výstupem RESET, třemi lineárními regulátory a jedním spínaným regulátorem záporného napětí pro tranzistory GaAs MESFET	32	Motorola
MC33464	Obvod pro signalizaci malého napětí s velmi malým příkonem	22	Motorola
MC33465	Obvod pro signalizaci malého napětí s velmi malým příkonem a nastavitelnou dobou zpoždění výstupního signálu (Programmable Output Delay)	22	Motorola
MC34064	Obvod pro signalizaci malého napětí	21	Motorola
MC34164	Obvod pro signalizaci malého napětí se zmenšeným příkonem	21	Motorola
MC34161	Univerzální monitor napětí	35	Motorola
MC34160	Dohledový obvod (supervizor) pro mikroprocesor s vestavěným regulátorem 5 V/100 mA, zdrojem referenčního napětí 2,6 V a nezávislým komparátorem	32	Motorola
MC3423	Obvod pro detekci a signalizaci zvětšeného napětí a pro ochranu proti přepětí	23	Motorola
MC3425	Obvod se dvěma kanály pro detekci a signalizaci jak zmenšeného, tak i zvětšeného napětí s možností nezávisle nastavit dobu zpoždění pro každý kanál jednotlivě	26	Motorola

MC34064

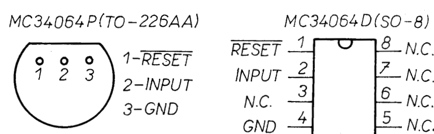
MC34064 je základním obvodem řady obvodů firmy Motorola, určených pro snímání a signalizaci zmenšení napětí pod požadovanou velikost. Je vyráběn v levném třívývodovém plastovém pouzdře TO-226 pro klasickou montáž a v osmivývodovém pouzdře SO-8 pro povrchovou montáž. Zapojení vývodů pro obě tato pouzdra je na obr. 1. Pro rozšířený rozsah pracovních teplot od -40 do +85 °C je obvod vyráběn pod označením MC33064.

Jak je vidět z vnitřního blokového zapojení na obr. 2, obvod MC34064 obsahuje zdroj referenčního napětí typu bandgap, precizní komparátor s nastavenou hysterezí a výstupní tranzistor s otevřeným kolektorem, do kterého může téci proud až 10 mA. Vnitřní dioda zajišťuje vybití zpožďovacího kondenzátoru.

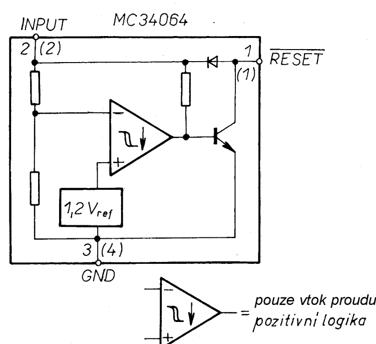
Hlavní aplikací, pro kterou byl obvod MC34064 vyvinut, je použití jako zdroje signálu RESET pro systémy založené na bázi mikroprocesorů. Obvod po doplnění jedním vnějším rezistorem nabízí návrháři přístrojů ekonomické řešení detekce zmenšení napájecího napětí.

Na obr. 3 je základní zapojení se zpožděným signálem RESET, přičemž zpoždění je dosaženo přidáním kondenzátoru C_{DLY}. Doba zpoždění je určena v závislosti na časové konstantě, dané rezistorem R a kondenzátorem C_{DLY} podle následující rovnice:

$$t_{DLY} = R \cdot C_{DLY} \cdot \ln\left(\frac{1}{1-\frac{U_{th(MPU)}}{U_{in}}}\right).$$

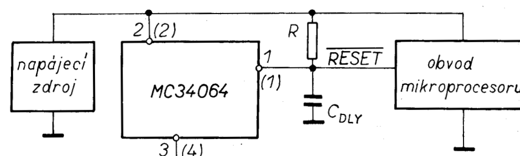


Obr. 1. Zapojení vývodů obvodů MC34064 a MC34164 v pouzdrech TO-226 a SO-8

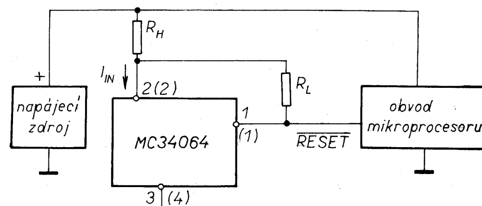


Obr. 2. Vnitřní blokové zapojení obvodů MC34064 a MC34164

Obr. 3. Základní zapojení MC34064 a MC34164 se zpožděným signálem RESET



Obr. 4. Zvětšení hystereze U_H komparátoru rezistorem R_H



V zařízeních s rychlým náběhem napětí na výstupu napájecího zdroje (< 500 ns) je doporučeno, aby byla časová konstanta RC_{DLY} větší než 5 µs.

Prahové napětí komparátoru U_{th} je typicky 4,6 V při 25 °C, hystereze U_H je 20 mV.

Hystereze komparátoru může být zvětšena přidáním jednoho externího rezistoru R_H podle zapojení na obr. 4. Přitom je však nutno počítat se zvětšením ΔU_{th} dolního prahového napětí komparátoru, což je způsobeno vlivem vstupního klidového proudu I_{in}, který je typicky 340 µA při napětí na vstupu 4,59 V. Potřebné odpory rezistorů R_H a R_L pro hysterezi U_H v krocích od 20 do 480 mV a zvětšení ΔU_{th} dolního prahového napětí komparátoru udává tab. 2:

Tab. 2. Odpory R_H a R_L pro dané U_H

MC34064			
U_H [mV]	ΔU_{th} [mV]	R_H [Ω]	R_L [kΩ]
20	0	0	0
51	3,4	10	1,5
40	6,8	20	4,7
81	6,8	20	1,5
71	10	30	2,7
112	10	30	1,5
100	16	47	2,7
164	16	47	1,5
190	34	100	2,7
327	34	100	1,5
276	51	150	2,7
480	51	150	1,5

Obvod MC34064 může být zajímavě využit pro řízení spínaného zdroje v zapojení stabilizovaného zdroje s výstupním napětím 5 V při proudu do zátěže 50 mA, jehož schéma je na obr. 5. Velikost napětí na výstupu zdroje je monitorována vstupem *2* obvodu MC34064 a v závislosti na tom je signálem na výstupu *1* integrovaného obvodu řízena vodivost spínacího tranzistoru. Základní parametry takto řešeného spínaného zdroje jsou:

1. Změna výstupního napětí vlivem změny vstupního napětí v rozsahu od 11,5 V do 14,5 V při zatížení proudem 50 mA je 35 mV.

2. Změna výstupního napětí vlivem změny proudu do zátěže v rozsahu od 0 do 50 mA je 12 mV.

3. Mezivrcholová hodnota zvlnění výstupního napětí při vstupním napětí 12,6 V a při zatěžovacím proudu 50 mA je 60 mV.

4. Účinnost při vstupním napětí 12,6 V a při zatěžovacím proudu 50 mA je 77 %.

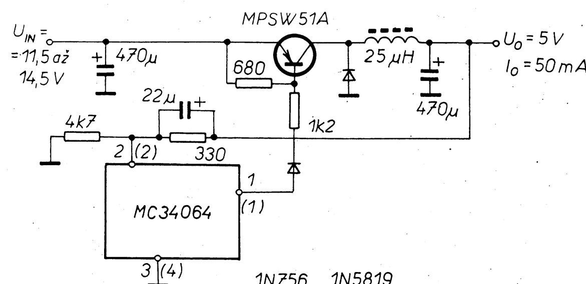
MC34164

Obvod MC34164 je vylepšenou variantou v předchozí části popisovaného obvodu MC34064. Vyrábí se ve stejném typu pouzder a má shodné zapojení vývodů, vnitřní i základní zapojení. Oproti obvodu MC34064 s klidovým proudem 390 µA je modernější technologií dosaženo podstatně menšího klidového proudu, typicky 9 µA při vstupním napětí 3 V a 24 µA při vstupním napětí 6 V. Malá spotřeba je důležitá zejména při použití v bateriově napájených zařízeních, v nichž je požadována co nejdelší doba života napájecí baterie.

Obvod MC34164 je vyráběn ve dvou variantách:

a) S označením MC34164-5 pro přímé monitorování napájecího napětí 5 V (prahové napětí komparátoru 4,3 V).

b) S označením MC34164-3 pro přímé monitorování napájecího napětí 3 V (prahové napětí komparátoru 2,68 V).



Obr. 5. Spínaný zdroj 5 V řízený obvodem MC34064

Hystereze prahového napětí komparátoru je v obou případech 60 mV. MC34164 může stejně tak jako obvod MC34064 pracovat v rozsahu napájecího napětí 1 až 10 V. Pro rozšířený rozsah pracovních teplot od -40 do +85 °C je tento obvod vyráběn pod označením MC33164.

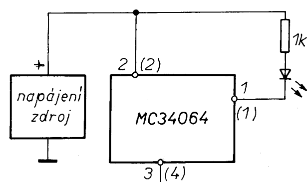
Zapojení pro zvětšení hystereze komparátoru pomocí přídavného rezistoru R_H je sice totožné se zapojením pro obvod MC34064 na obr. 4, avšak vzhledem k podstatně menšímu vstupnímu klidovému proudu je možno použít rezistory větších odporů. Zvětšení ΔU_{th} dolního prahového napětí komparátoru v důsledku vlivu vstupního klidového proudu I_{in} (který je u obvodu MC34164 typicky pouze 10 µA při napětí 4,3 V), je téměř zanedbatelné. Potřebné odpory rezistorů R_H a R_L pro hysterezi U_H v krocích od 60 do 530 mV a velikost závislosti zvětšení ΔU_{th} dolního prahového napětí komparátoru pro obvod MC34164-5 jsou uvedeny v tab. 3:

Tab. 3. Odpory R_H a R_L pro dané U_H

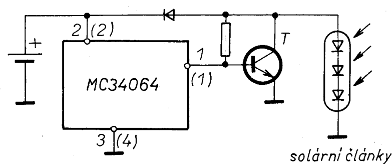
MC34164			
U_H [mV]	ΔU_{th} [mV]	R_H [Ω]	R_L [kΩ]
60	0	0	43
103	1	100	10
123	1	100	6,8
160	1	100	4,3
155	2,2	220	10
199	2,2	220	6,8
280	2,2	220	4,3
262	4,7	470	10
306	4,7	470	8,2
357	4,7	470	6,8
421	4,7	470	5,6
530	4,7	470	4,3

Zapojení s obvodem MC34164 k monitorování napájecího napětí a k indikaci jeho zmenšení pod dostačující velikost pomocí svítivé diody LED je na obr. 6. Pro výraznější indikaci je možno použít blikací LED.

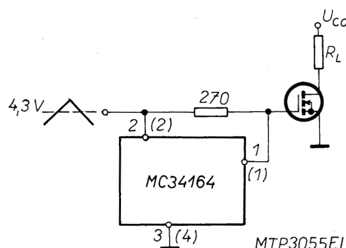
Na obr. 7 je zapojení nabíječky baterií, napájené ze solárních článků. Při zmenšení napětí na baterii pod úroveň prahového napětí komparátoru se komparátor překlopí, výstupem obvodu MC34164 je báze tranzistoru T připojena k zemi (společné svorce) a proudem ze solárních článků je nabíjena baterie. Pokud napětí na baterii dosáhne jmenovité velikosti, je tranzistor T ve vodivém stavu a je tak zabráněno trvalému přebíjení baterie. V tomto zapojení je vhodné zavést větší hysterezi (rezistorem R_H).



Obr. 6. Zapojení k indikaci zmenšení napětí s indikací svítivou diodou LED



Obr. 7. Nabíječka baterií, napájená ze solárních článků



Obr. 8. Zapojení pro ochranu výkonového tranzistoru Logic Level MOSFET

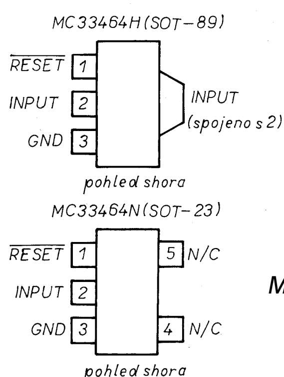
Zapojení na obr. 8 je vhodné pro ochranu výkonového tranzistoru MOSFET se vstupními logickými úrovněmi - navrženého pro přímé ovládání signálem logických úrovní (tzv. logic level MOSFET, nebo L² MOSFET). Při buzení hradel těchto tranzistorů signálem nedostatečné úrovně tranzistor nedokonale sepne a následkem toho (vlivem velkého odporu v sepnutém stavu a tedy velkých výkonových ztrát na tranzistoru) se může tranzistor MOSFET tepelně poškodit. Obvod MC34164 při zmenšení budicího napětí pod 4,3 V připojí hradlo tranzistoru k zemi (společné svorce).

Všechna tato zapojení je možno aplikovat i na obvod MC34064.

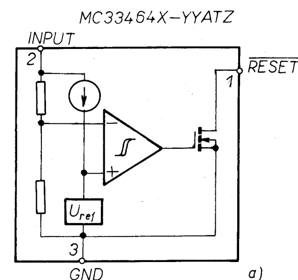
MC33464

Další z řady obvodů firmy Motorola, určených pro signalizaci zmenšení napětí, obvod MC33464, byl vyvinut speciálně pro nasazení v bateriově napájených přenosných přístrojích a zařízeních, v nichž díky svému extrémně malému klidovému proudu - který je typicky 0,8 µA - splňuje i ty nejnáročnější požadavky vzhledem k minimálnímu odběru z napájecí baterie.

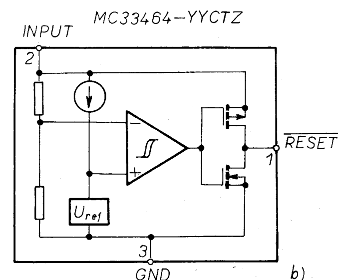
Zapojení vývodů obvodu MC33464 je na obr. 9. Obvod se vyrábí pouze v pouzdrech pro povrchovou montáž - ve třívývodovém pouzdru SOT-89 (sufix H) a v pětivývodovém pouzdru SOT-23 (sufix N). Dále je tento obvod vyráběn celkem v pěti variantách s prahovým napětím 0,9 V / 2 V / 2,7 V / 3 V / 4,5 V s přesností ±2,5 % a ve dvou variantách s konfigurací výstupu buď s otevřeným kolektorem nebo s komplementárními tranzistory MOS, což tedy dává celkem deset možných variant.



Obr. 9. Zapojení vývodů obvodu MC33464 pro pouzdro SOT-89 a SOT-23



Obr. 10a. Vnitřní zapojení obvodu MC33464 s výstupem s otevřeným kolektorem



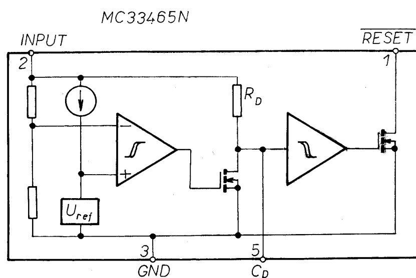
Obr. 10b. Vnitřní zapojení obvodu MC33464 s výstupem s komplementárními tranzistory MOS

Vnitřní zapojení obvodu MC33464 ve verzi s výstupem s otevřeným kolektorem je na obr. 10a, s výstupem s komplementárními tranzistory MOS na obr. 10b. Obvod může monitorovat napájecí napětí v rozsahu od 1,1 V do 5 V, hystereze je typicky 45 mV. V zásadě může být MC33464 aplikován v praktických zapojeních, uvedených pro obvody MC34064 a MC3416.

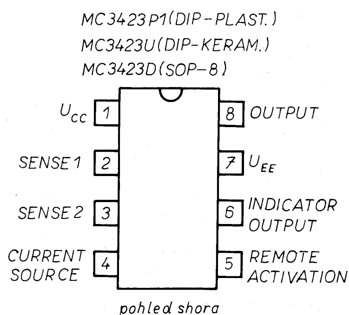
MC33465

MC33465 se od předchozího obvodu MC33464 liší tím, že má navíc vyveden vstup CD pro připojení vnějšího kondenzátoru s možností nastavit libovolný čas zpoždění signálu RESET. Z toho důvodu je také vyráběn pouze v pětivývodovém pouzdru typu SOT-23 a má shodně zapojené vývody jako obvod MC33464 v tomto pouzdru s tím rozdílem, že vývod *5* slouží k připojení již zmíněného zpožďovacího kondenzátoru. S kapacitou 150 nF je doba zpoždění signálu RESET typicky 100 ms.

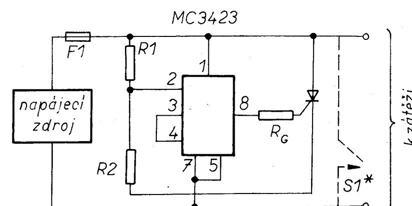
MC33465 se vyrábí v deseti variantách stejně jako obvod MC33464. Vnitřní zapojení obvodu MC33465 s výstupem s otevřeným kolektorem je na obr. 11, výstup s komplementárními tranzistory MOS je řešen identicky se zapojením na obr. 10b pro obvod



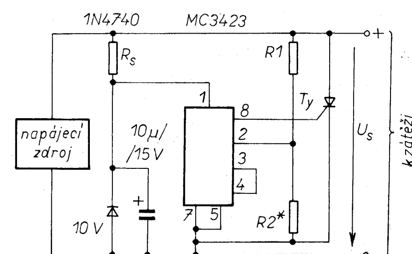
Obr. 11. Vnitřní zapojení obvodu MC33465 se vstupem C_D pro připojení zpožďovacího kondenzátoru a s výstupem s otevřeným kolektorem



Obr. 12. Zapojení vývodů obvodu MC3423



Obr. 16. Základní zapojení obvodu ochrany proti zvětšenému napětí s MC3423



Obr. 17. Zapojení pro větší napájecí napětí (> 36 V)

MC33464. Ostatní elektrické parametry i aplikace jsou shodné s obvodem MC33464.

MC3423

Obvod MC3423 od firmy Motorola je ve spojení s tyristorem určen k ochraně citlivých elektronických obvodů před poškozením přepěťovými špičkami nebo při poruchách regulátoru. Snímá velikost sledovaného napětí a při jeho zvětšení nad stanovenou mez rychle aktivuje tyristor, který sepne a zkratuje napájecí zdroj. Tím zdroj přejde do režimu s proudovým omezením, případně se přeruší tavná pojistka nebo se uvede do činnosti jiný druh jištění zdroje.

Tímto způsobem je možno jednoduchým zapojením s několika poměrně levnými součástkami spolehlivě chránit drahé elektronické zařízení proti poškození zvětšeným napětím při poruše stabilizátoru nebo při připojení většího napětí na sběrnici s napětím menším. Tato malá investice do přídavných ochranných obvodů, zabraňujících destrukci drahé elektroniky, se rozhodně vyplatí.

Velikost prahového napětí pro spuštění ochranného obvodu MC3423 je volitelná a je též možno nastavit minimální dobu trvání podmínky přepětí, čímž se dosáhne imunity vůči šumové složce napětí, obsahující krátkodobé napěťové špičky.

Obvod MC3423 je ve své podstatě dvousvorkový systém a proto může být bez problémů použit pro práci jak ve zdrojích kladného, tak i ve zdrojích záporného napájecího napětí.

MC3423 je vyráběn v plastovém i keramickém osmivývodovém pouzdře DIP pro klasickou montáž a v osmivývodovém pouzdře SO-8 pro povrchovou montáž. Zapojení vývodů pro obě tato pouzdra je na obr. 12. Pro rozšířený rozsah pracovních teplot od -55 do +125 °C je obvod vyráběn pod označením MC3523.

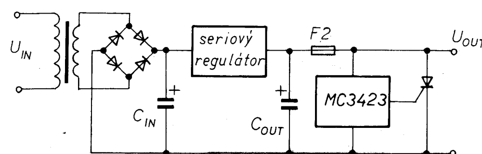
Obr. 13 a obr. 14 ukazují dvě typické základní konfigurace zapojení ochranných obvodů při ochraně proti přepětí. V zapojení na obr. 13 je tyristor připojen na výstupní svorky zdroje, tedy až za sériovým regulátorem. Regulátor musí být v tomto případě odolný proti zkratu na výstupu, což však převážná většina dnes používaných regulátorů spolehlivě splňuje. Tavná pojistka je nezbytná tehdy, pokud zdroj nemá proudové omezení. Neslouží zde tedy v žádném případě jako prevence při selhání tyristoru, ale její zařazení chrání součástky proti tepelnému poškození a zabraňuje vzniku požáru v zařízení. Na obr. 14 je tyristor připojen ještě před vstup regulátoru - na výstup usměrňovače. Pojistka může být zařazena buď v primárním okruhu transformátoru nebo za výstupem usměrňovače. Zapojení má oproti předchozímu tu výhodu, že je chráněn i vlastní regulátor a při aktivaci ochranných obvodů není nijak zatěžován. Tyristor by měl být rychlý a musí být schopen přenést zkratový proud zdroje a zejména nárazový proud, vzniklý při vybíjení filtračních kondenzátorů. Pojistka musí být rychlá, aby spolehlivě ochránila tyristor před poškozením.

Na obr. 15 je zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu MC3423, na obr. 16 je základní zapojení obvodu ochrany proti zvětšenému napětí s MC3423. Spínač, zakreslený čárkovaně, může být použit pro „resetování" obvodu a rozepnutí tyristoru, jinak musí být pro „resetování" odpojeno napájecí napětí. Zapojení na obr. 16 je určeno pro práci při napájecím napětí v rozsahu od 4,5 V do 36 V, pro větší napájecí napětí než 36 V je zapojení nutno upravit podle obr. 17.

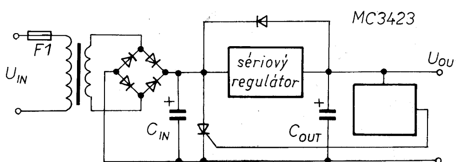
Prahové napětí U_{trip}, při kterém integrovaný obvod MC3423 aktivuje výstup, budící hradlo tyristoru, je dáno výběrem rezistorů R1 a R2. Poměr jejich odporů je dán následující rovnicí:

$$U_{trip} = U_{ref} \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \approx 2{,}6 \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right),$$

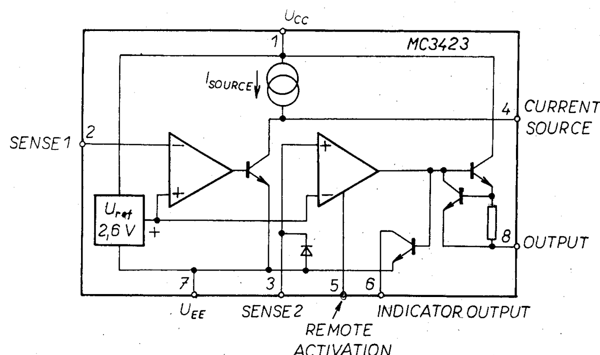
kde R2 by měl mít odpor menší než 10 kΩ z důvodu zachování minimálního driftu. Při odporu R2 = 2,7 kΩ je možno odpor R1 pro prahová napětí od 5 V do 30 V určit z grafu na obr. 18. Minimální odpor rezistoru R_G, omezu-



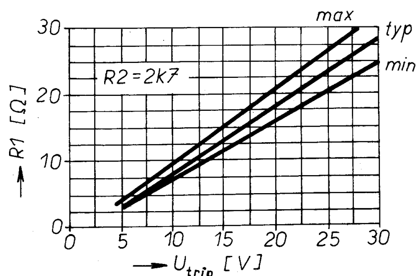
Obr. 13. Zapojení ochranných obvodů při ochraně proti přepětí s tyristorem na výstupu zdroje



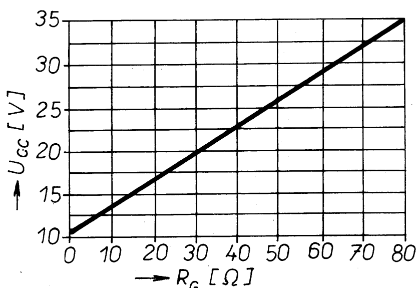
Obr. 14. Zapojení ochranných obvodů při ochraně proti přepětí s tyristorem zapojeným před regulátorem



Obr. 15. Vnitřní blokové zapojení obvodu MC3423



Obr. 18. Graf pro určení odporu rezistoru R1 při prahovém napětí U_{trip} od 5 V do 30 V

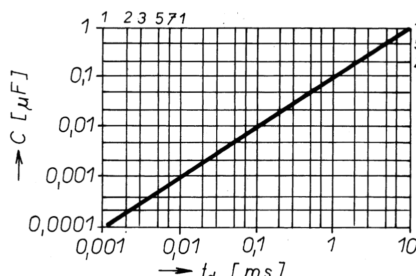


Obr. 19. Graf pro určení minimálního odporu rezistoru R_G v závislosti na velikosti napájecího napětí

jícího proud do hradla tyristoru, je možno v závislosti na velikosti napájecího napětí určit z grafu na obr. 19.

Obvody na obr. 16 a 17 pracují s dobou zpoždění typicky 1 μs. Jestliže je požadována rychlejší reakce, může být propojen vývod *3* s vývodem *2* a vývod *4* ponechán nezapojený. Výsledkem je zkrácení doby zpoždění na přibližně 0,5 μs, avšak za cenu mírného zvětšení teplotního koeficientu velikosti prahového napětí.

V případě aplikace v zařízeních, vystavených vlivu prostředí s vysokou úrovní rušení, má obvod MC3423 možnost prodloužit dobu zpoždění. Tím lze vyloučit falešné spouštění přepěťové ochrany v situacích, kdy krátkodobé napěťové špičky, obsažené v rušivém šumu, superponovaném na sledované stejnosměrné napětí, ještě nemohou poškodit chráněnou zátěž. K prodloužení doby zpoždění na potřebnou velikost je možno použít zapojení na obr. 20. V tomto zapojení je k vývodu *3* obvodu MC3423 a ke společné svorce obvodu připojen kondenzátor *C*. Kapacita kondenzátoru *C* přímo určuje minimální dobu trvání stavu přepětí, která je potřebná pro aktivaci ochrany. Kapacita kondenzátoru *C* je pro zvolenou dobu zpoždění t_d dána následující rovnicí:



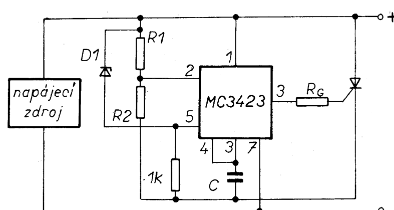
Obr. 21. Graf pro určení kapacity kondenzátoru C při požadované době zpoždění v rozsahu od 1 μs do 10 ms

$$t_d = \frac{U_{ref}}{I_{source}} \cdot C = \left[12 \cdot 10^3\right] \cdot C,$$

nebo ji lze pro dobu zpoždění v rozsahu od 1 μs do 10 ms možno bez výpočtu přečíst z grafu na obr. 21.

Činnost obvodu v zapojení na obr. 20 je následující: Když napětí U_{CC} přesáhne velikost prahového napětí, nastavenou děličem R1 a R2, vnitřní proudový zdroj I_{source} (jehož výstup je na vývodu *4* integrovaného obvodu MC3423) začne nabíjet kondenzátor *C*, připojený k vývodu *3*, který je zde s vývodem *4* propojen. Jestliže podmínka přepětí před dobou nabití kondenzátoru *C* skončí, kondenzátor *C* je vybit 10x větší rychlostí, než jakou je nabíjen. Tím je časování vynulováno až do doby, kdy opět dojde k jeho aktivaci zvětšením sledovaného napětí nad nastavenou mez.

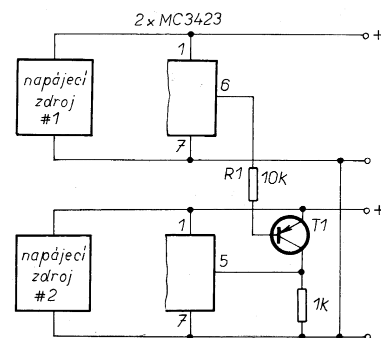
Někdy může být požadována okamžitá aktivace ochranného obvodu při značném zvětšení sledovaného napětí při současném požadavku zpožděné aktivace z důvodu imunity proti rušení. V tomto případě může být použit obvod v zapojení na obr. 22, který při malých napětích pracuje stejně jako obvod na obr. 20, popsaný výše, avšak zareaguje okamžitě, jestliže velikost sledovaného napětí překročí napětí Zenerovy diody o 1,4 V.



Obr. 22. Zapojení s kombinovanou zpožděnou aktivací a okamžitou aktivací ochranného obvodu při velkém přepětí

Na vývodu *6* integrovaného obvodu MC3423 je výstup s otevřeným kolektorem (viz vnitřní blokové zapojení na obr. 15), který slouží pro indikaci aktivního stavu ochranného obvodu. Tento výstup může sloužit například pro připojení indikační svítivé diody LED nebo ještě lépe pro vypnutí regulátoru opatřeného vstupem pro elektronické odpojení (Shutdown), kterým bývají některé modernější spínané i lineární regulátory vybaveny. Tím je možno zmenšit (či zcela odstranit) požadavky na chlazení spínacího tyristoru.

Další důležitou výhodou integrovaného obvodu MC3423 je vyvedený vstup (vývod *5*) pro dálkovou (externí) aktivaci obvodu. Tento vstup je kompatibilní s úrovněmi CMOS i TTL. Když je vstup držen na nízké úrovni (<0,8 V), obvod MC3423 pracuje normálně. Nicméně, pokud je napětí přivedené na vstup větší než 2 V, výstup obvodu MC3423 je tímto stavem aktivován nezávisle na tom, je-li přepětí skutečné, či nikoliv. Tato funkce může být využita při realizaci řádně definovaného a postupného vypínání zdrojů, napájejících daný systém, při výskytu chybového stavu. Při použití jednoduchého tranzistorového invertoru lze navíc výstupem pro indikaci aktivního stavu ochranného obvodu aktivovat jedním obvodem MC3423 další obvod nebo obvody MC3423 tak, jak je to ukázáno na obr. 23. V tomto zapojení indikační výstup obvodu MC3423 v prvním napájecím zdroji aktivuje obvod MC3423 ve druhém sdruženém zdroji. Tranzistor T1 může být jakýkoliv běžný typ PNP s odpovídajícím závěrným napětím.



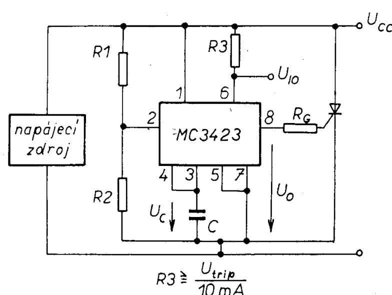
Obr. 23. Zapojení pro aktivaci jednoho obvodu MC3423 druhým

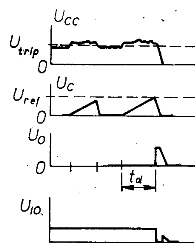
MAX836 / MAX837

Obvody MAX836 a MAX837 jsou mikropříkonové napěťové monitory, vyráběné americkou firmou Maxim ve čtyřvývodovém pouzdru SOT-143 pro povrchovou montáž. Zapojení vývodů pro tyto obvody je na obr. 24.

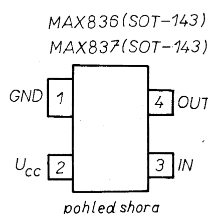
MAX836 / MAX837 v sobě sdružují komparátor a precizní zdroj referenčního napětí 1,204 V. Oba obvody se od sebe liší pouze zapojením výstupu komparátoru. Integrovaný obvod MAX836 má zapojen výstup s tranzistorem MOS s N-kanálem s otevřeným

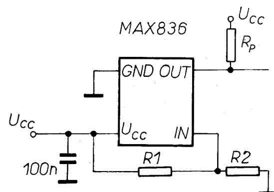
Obr. 20. Zapojení s možností prodloužení doby pro aktivaci ochrany





Obr. 24. Zapojení vývodů obvodů MAX836 / MAX837





Obr. 25. Základní zapojení s obvodem MAX836

kolektorem, zatímco obvod MAX837 má vnitřně propojen výstup přes rezistor s kladným pólem napájecího napětí. Výhodou výstupu s otevřeným kolektorem u obvodu MAX836 je, že tento výstup může být v případě potřeby připojen přes externí rezistor i k napětí většímu (až do 11 V), než je velikost napájecího napětí U_{CC}.

Obvody MAX836 / MAX837 mohou pracovat s napájecím napětím v rozsahu od 2,5 V do 11 V s klidovým proudovým odběrem menším než 5 µA.

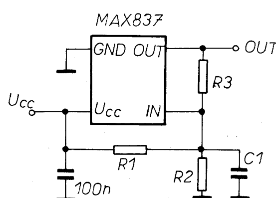
Základní zapojení s obvodem MAX836 je na obr. 25. Velikost prahového napětí U_{TRIP} potřebná pro překlopení komparátoru a tedy změnu stavu výstupu se zde nastaví dvěma vnějšími rezistory. Vstup IN je neinvertujícím vstupem komparátoru, na invertující vstup je připojeno vnitřní referenční napětí 1,204 V. Velká impedance tohoto vstupu dovoluje použít vzhledem k minimalizaci proudové spotřeby rezistory s velkým odporem bez vlivu na přesnost nastavení prahového napětí, která je u obvodů MAX836 / MAX837 v mezích ±1,25 %. Zvolíme odpor rezistoru R2 v rozmezí od 500 kΩ do 1 MΩ a poté vypočítáme odpor R1:

$$R1 = R2 \cdot \left(\frac{U_{TRIP}}{U_{TH}} - 1 \right),$$

kde U_{TRIP} je požadovaná velikost napětí pro překlopení (ve [V]) a U_{TH} je prahové napětí (1,204 V).

V zapojení na obr. 25 monitoruje obvod MAX836 velikost vlastního napájecího napětí U_{CC}.

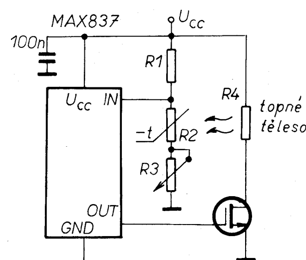
Přidáním hystereze je možno u obvodů MAX836 / MAX837 zvětšit imunitu proti rušivým napětím a předejít opakovanému spouštění v okamžiku,



Obr. 26. Zavedení hystereze pro zvětšení odolnosti proti rušivým napětím

kdy se vstupní napětí U_{IN} blíží velikosti prahového napětí. Na obr. 26 je hystereze zavedena rezistorem R3, připojeným k výstupu komparátoru. Zapojením kondenzátoru C1 je možno dále ještě dokonaleji potlačit rušivá napětí.

Na obr. 27 je praktické zapojení pro řízení teploty topného tělesa. Po zapnutí napájecího napětí je výstup OUT ve stavu vysoké úrovně a tranzistor MOSFET s N-kanálem je sepnut. Proudem, protékajícím topným tělesem R4, je vyhříván přilehlý prostor. R2 je termistor se záporným teplotním koeficientem, tzn., že při zvětšování teploty se zmenšuje jeho odpor. Při zmenšování odporu R2 se také zmenšuje napětí na vstupu IN obvodu MAX837, až dosáhne velikosti prahového napětí 1,204 V. V tomto okamžiku přejde výstup OUT do nízké úrovně, tranzistor se uzavře a odpojí topné těleso. Termistor se začne ochlazovat a napětí na vstupu IN se zvětšuje, dokud nepřekročí hysterezi obvodu MAX837 (6 mV). Poté se opět překlopí výstup OUT a topné těleso je znovu připojeno. Tento cyklus se stále opakuje tak dlouho, dokud je připojeno napájecí napětí.



Obr. 27. Praktické zapojení pro řízení teploty topného tělesa

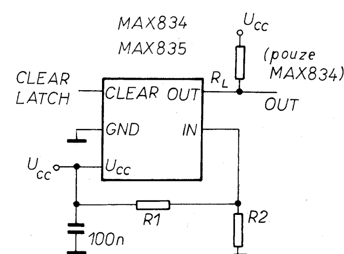
MAX834 / MAX835

Mikropříkonové napěťové monitory MAX834 a MAX835 obsahují ve svém pouzdře, stejně jako předešlé obvody MAX836 / MAX837, jeden komparátor a precizní zdroj referenčního napětí 1,204 V, mají však navíc funkci střadače (Latching Voltage Monitors), což je vlastně jakási paměť, kterou je možno vynulovat přivedením impulsu na k tomu určený vstup CLEAR. Protože další vstup vyžaduje i další vývod z pouzdra, jsou obvody MAX834 / MAX835 vyráběny v pětivývodovém pouzdře SOT23-5 pro povrchovou montáž, jehož zapojení vývodů je na obr. 28.

Tak jako obvody MAX836 / MAX837, liší se od sebe MAX834 a MAX835 konfigurací zapojení výstupů: Obvod MAX834 má výstup s tranzistorem MOS s N-kanálem s otevřeným kolektorem, který může být přes rezistor ex-

Obr. 28. Zapojení vývodů obvodů MAX834 / MAX835

MAX834(SOT23-5)
MAX835(SOT23-5)
CLEAR 1
5 $\overline{OUT}$
GND 2
Ucc 3
4 IN
pohled shora



Obr. 29. Základní aplikační zapojení obvodů MAX834 a MAX835

terně připojen na napětí až do 11 V, i když je napájecí napětí menší, zatímco obvod MAX835 má výstup vnitřně propojen přes rezistor s kladným pólem napájecího napětí.

Obvody MAX834 / MAX835 pracují při napájecím napětí v rozsahu od 2,5 V do 11 V při typickém proudovém odběru pouze 2 µA.

Základní aplikační zapojení obvodů MAX834 a MAX835 je na obr.29. Velikost prahového napětí U_{TRIP}, potřebná pro překlopení komparátoru a tedy změnu stavu výstupu, se zde nastaví dvěma vnějšími rezistory R1 a R2. Zvolíme-li odpor R2 v rozmezí od 500 kΩ do 1 MΩ, vypočítáme poté odpor R1:

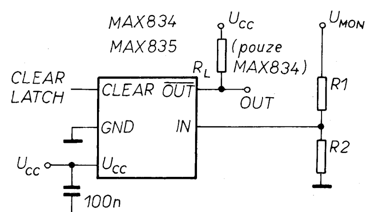
$$R1 = R2 \cdot \left(\frac{U_{TRIP}}{U_{TH}} - 1 \right),$$

kde U_{TRIP} je požadovaná velikost napětí pro překlopení (ve [V]) a U_{TH} je prahové napětí (1,204 V).

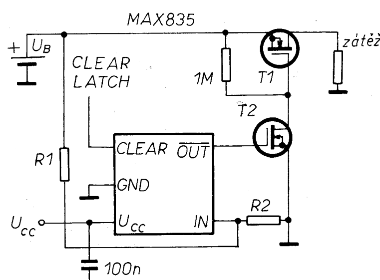
Jak již bylo zmíněno, integrované obvody MAX834 / MAX835 jsou vybaveny střadačem (Latch), který, pokud se výstup jednou překlopil do nízké úrovně, podrží tento výstup nadále v tomto stavu i tehdy, zvětší-li se sledované napětí na vstupu IN nad prahové napětí (například byla-li baterie dobita nebo vložena baterie nová). Ke zrušení tohoto stavu (tj. k vynulování stavu střadače) je určen vstup CLEAR. K ovládání vstupu CLEAR je potřebný impuls logické úrovně H s délkou trvání >1 µs. Tímto obvodovým řešením byla vyřešena nutnost zavést přídavnou hysterezi a je tak zamezeno vzniku oscilací zejména v aplikacích, kdy je v bateriově napájených přístrojích od vybité baterie odpojována zátěž. Odpojením zátěže se totiž napětí baterie opět zvětší a zátěž je tak opětovně připojována a odpojována, což může vést k hlubokému vybití baterie a jejímu případnému poškození.

Kromě monitorování napětí shodného s napájecím napětím U_{CC} lze použít obvody MAX834 / MAX835 i pro monitorování napětí U_{MON} odlišné velikosti tak, jak je to znázorněno v zapojení na obr. 30. Musíme však zajistit, aby nebyla překročena maximální velikost monitorovaného napětí U_{MON}:

$$U_{MON(MAX)} = (U_{CC} - 1) \cdot \frac{R1 + R2}{R2}.$$



Obr. 30. Monitorování napětí U_{MON}, které se liší od napájecího napětí U_{CC}

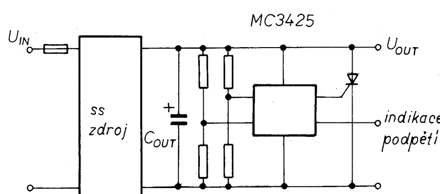


Obr.31. Spínač pro odpojení zátěže od vybité baterie

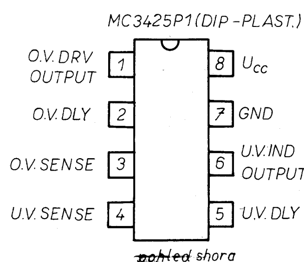
Zapojení na obr. 31 chrání baterii před poškozením, které může být způsobeno jejím hlubokým vybitím. Jakmile se napětí baterie zmenší pod kritickou dolní hranici, výstup OUT se překlopí do nízké logické úrovně, tranzistory T1 a T2 se uzavřou a tím se odpojí vybitá baterie od zátěže. Výstup OUT díky dříve popsané funkci „Latch" nadále setrvává v nízké úrovni i po odpojení zátěže, kdy se napětí nezatížené baterie opět zvětší. Vstup CLEAR musí být připojen např. ke tlačítku (při manuálním ovládání), k členu *RC* nebo k výstupu hradla logiky, aby mohl být obvod vynulován a baterie tak mohla být znovu připojena po nabití nebo její výměně.

MC3425

Integrovaný obvod MC3425, vyráběný firmou Motorola, poskytuje všechny nezbytné funkce, vyžadované k monitorování chybových stavů, jako je zmenšení napětí (podpětí) a zvětšení napětí (přepětí). MC3425 obsahuje dva kanály, jeden vyhrazený pro snímání a indikaci zmenšeného napětí a druhý pro snímání a indikaci zvětšeného napětí, přičemž je možné nezávisle nastavit dobu zpoždění pro každý kanál jednotlivě. Kanál pro snímání a indikaci zvětšeného napětí je opatřen výstupem, schopným dodat velký budicí proud (až 300 mA s náběhem 2 A/μs) pro použití ve spojení s externím tyristorem na stejném principu, jako je tomu u již popisovaného obvodu MC3423. Vstupní komparátor kanálu pro snímání a indikaci zmenšeného napětí má zavedenu externě programovatelnou hysterezi a výstup indikující chybový stav je s otevřeným kolektorem. Maximální proud do tohoto výstupu je 30 mA, což je dostačující pro připojení indikační svítivé diody LED nebo malého relé.



Obr. 32. Základní zapojení obvodu MC3425

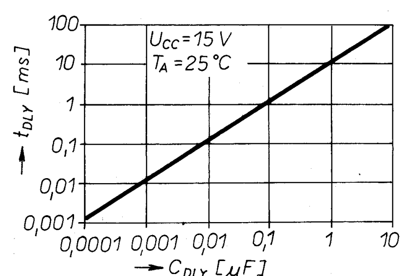


Obr. 33. Zapojení vývodů obvodu MC3425 v pouzdru DIP

Základní zapojení obvodu MC3425 je na obr. 32, zapojení vývodů pouzdra DIP je na obr. 33 a zjednodušené vnitřní blokové zapojení je na obr. 34.

Jak je vidět z blokového schématu vnitřního zapojení na obr. 34, součástí integrovaného obvodu MC3425 je rovněž zdroj referenčního napětí 2,5 V (s přesností až ±1 % a teplotním koeficientem 30 ppm/°C), k jehož výstupu jsou připojeny vstupy jednotlivých komparátorů. Oddělené vstupy pro nastavení zpoždění (vývod 2 - O.V.DLY a vývod 5 - U.V.DLY) jsou zároveň výstupy obou vstupních komparátorů a představují zdroje konstantního proudu $I_{DLY(source)}$ s typickou velikostí 200 μA za podmínky, že napětí na neinvertujícím vstupu komparátoru je větší než napětí na invertujícím vstupu. Kondenzátory, připojenými k těmto vstupům (a tedy i k interně připojeným neinvertujícím vstupům výstupních komparátorů), je možno zavést požadovanou dobu zpoždění t_{DLY}.

Zpoždění je dosaženo tím, že se proudem $I_{DLY(source)}$ ze zdroje konstantního proudu nabíjí vnější zpožďovací kondenzátor C_{DLY} na napětí 2,5 V. Dobu zpoždění t_{DLY} (v [μs]) lze pro danou kapacitu C_{DLY} (v [μF]) vypočítat z následující rovnice:



Obr. 35. Graf pro určení potřebné kapacity kondenzátoru C_{DLY} pro rozsah dob zpoždění t_{DLY} od 1 μs do 100 ms

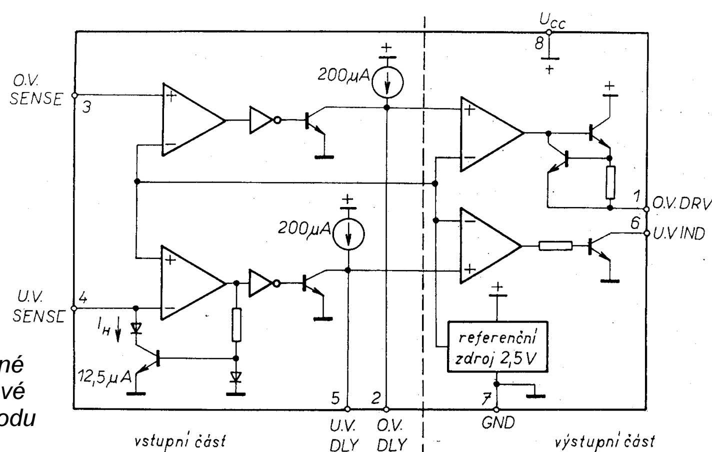
$$t_{DLY} = \frac{U_{ref} \cdot C_{DLY}}{I_{DLY(source)}} = \frac{2{,}5\,C_{DLY}}{200} = 12500 C_{DLY},$$

nebo lze potřebnou kapacitu kondenzátoru C_{DLY} pro široký rozsah dob zpoždění t_{DLY} od 1 μs do 100 ms přímo přečíst z grafu na obr. 35.

Pokud je na neinvertujících vstupech vstupních komparátorů menší napětí než na invertujících vstupech, jsou tranzistory připojené k vývodům 2 a 5 sepnuty a vstupy pro nastavení zpoždění jsou v tomto případě v nízké logické úrovni. Do vstupů teče proud kolem 1,8 mA, což je mnohem více než proud 200 μA ze zdroje konstantního proudu - tím je zaručen relativně krátký čas, potřebný pro vybití zpožďovacího kondenzátoru.

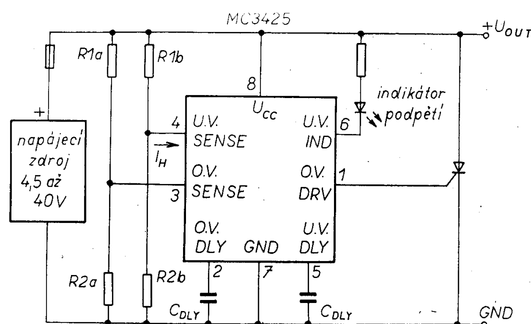
Na obr. 36 je zapojení pro ochranu přístroje proti zvětšenému napájecímu napětí, doplněné optickou indikací (svítivou diodou LED) nedostatečného napájecího napětí. Doba zpoždění je individuálně nastavitelná za účelem zlepšení šumové imunity.

Zapojení pro ochranu proti zvětšenému napětí napájecího zdroje s výstupním napětím 5 V je na obr. 37a. Druhý kanál obvodu MC3425, určený pro detekci a indikaci podpětí, je zde použit pro detekci možného výpadku síťového napětí. Na vstup U.V.SENSE jsou přiváděny půlvlny dvoucestně usměrněného střídavého napětí z transformátoru (viz obr. 37b). I při krátkodobém výpadku síťového napájecího napětí (jedné půlvlny) se na výstupu označeném „výstup indikace výpadku sítě" objeví varovný signál s nízkou logickou úrovní.

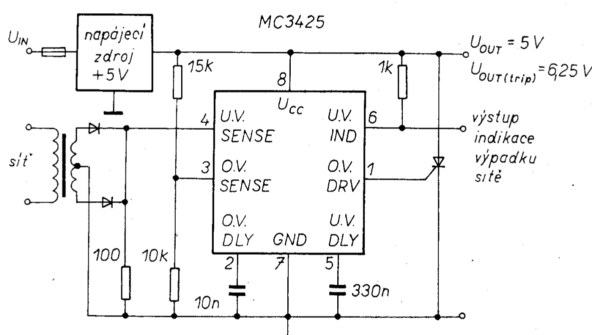


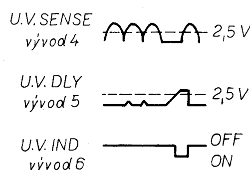
Obr. 34. Zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu MC3425

Obr. 36. Zapojení pro ochranu proti zvětšenému napětí s optickou indikací zmenšeného napětí



Obr. 37a. Zapojení pro ochranu proti zvětšenému napětí s detekcí možného výpadku síťového napětí

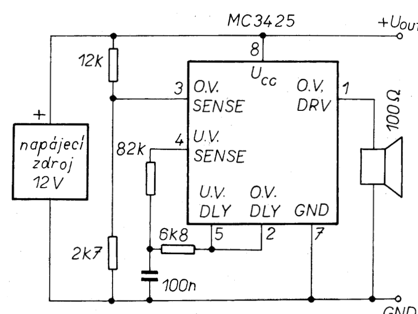




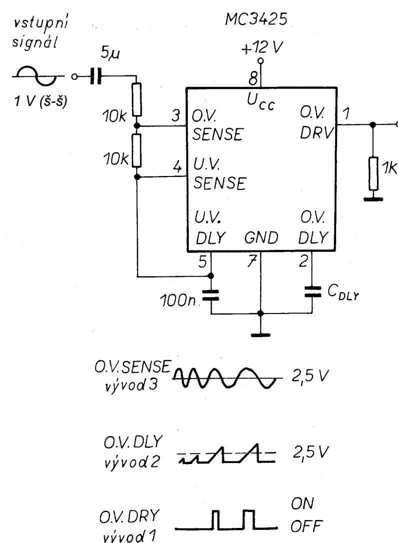
Obr. 37b. Průběhy napětí v obvodu na obr. 37a

Na obr. 38 je zapojení obvodu, upozorňujícího akustickým signálem na stav zvětšeného napětí. První kanál, určený pro detekci a indikaci zvětšeného napětí, pracuje běžným způsobem. Druhý kanál obvodu MC3425, určený pro detekci a indikaci podpětí, je zde zapojen jako oscilátor a generuje tónový signál pro buzení malého reproduktoru.

Poslední zajímavou aplikací obvodu MC3425 je programovatelný kmitočtový spínač na obr. 39. Zapojení pracuje tak, že pokud je na vstup přiveden signál s periodou delší, než je nastavená doba zpoždění (kondenzátorem C_{DLY}, připojeným ke vstupu O.V.DLY), je aktivován výstup O.V.DRV (vývod *1*) obvodu MC3425.



Obr. 38. Obvod upozorňující akustickým signálem na stav přepětí

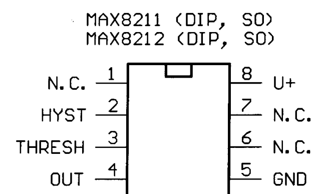


Obr. 39. Programovatelný kmitočtový spínač s obvodem MC3425

MAX8211 / MAX8212

Obvody MAX8211 a MAX8212 od amerického výrobce Maxim tvoří soupravu dvou vzájemně se doplňujících obvodů, z nichž jeden je určen pro indikaci zmenšeného napětí a druhý pro indikaci zvětšeného napětí. Oba dva mikropříkonové napěťové detektory mohou být využity pro monitorování napětí a následné varování mikroprocesoru před jakoukoli poruchou v napájecích obvodech, pro inicializaci přepnutí na bateriově zálohované napájení nebo pro indikaci nedostatečného napětí baterie i na prostou indikaci zmenšeného či zvětšeného napětí obecně.

Obvody MAX8211 a MAX8212 jsou vyráběny v osmivývodových pouzdrech DIP i SO. Zapojení vývodů je pro oba typy shodné a je na obr. 40,



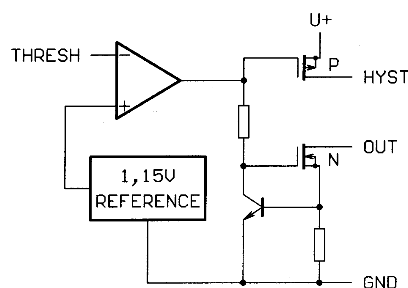
Obr. 40. Zapojení vývodů obvodů MAX8211 / MAX8212, pohled shora

zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu MAX8211 je na obr. 41, vnitřní blokové zapojení obvodu MAX8212 je na obr. 42.

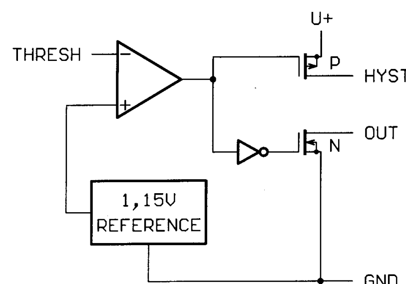
Výstup obvodu MAX8211 se překlopí a výstupní tranzistor MOS s kanálem N bude sepnut tehdy, když napětí na vstupu THRESH bude menší než vnitřní referenční napětí 1,15 V. Proud vtékající do výstupu OUT je vnitřně omezen na typickou velikost 7 mA, což umožňuje přímo budit svítivou indikační diodu LED bez použití sériového rezistoru, jinak obvykle nutného k omezení proudu diodou.

Naproti tomu u druhého obvodu MAX8212 se otevře výstupní tranzistor při zavedení většího napětí na vstup THRESH, než je vnitřní referenční napětí. Proud vtékající do výstupu OUT není u tohoto obvodu vnitřně omezen a může být až 35 mA.

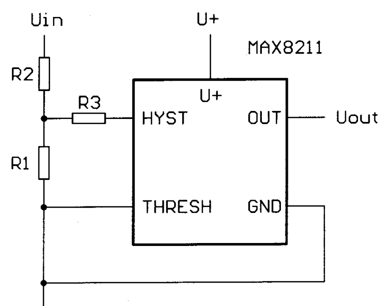
Na obr. 43 je základní zapojení obvodů MAX8211 / MAX8212 pro detekci zmenšeného (MAX8211) nebo zvětšeného napětí (MAX8212). Poměrem rezistorů R1/R2 v napěťovém děliči, jehož střed je připojen na vstup THRESH, je určena velikost vstupního napětí U_{IN} pro aktivaci komparátoru. Pomocí rezistoru R3 je do napěťového detektoru zavedena hystereze, která zamezuje zakmitávání výstupu při vstupním napětí blízkém prahové hod-



Obr. 41. Zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu MAX8211



Obr. 42. Zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu MAX8212



Obr. 43. Základní zapojení obvodů MAX8211 / MAX8212 pro detekci zmenšeného (MAX8211) nebo zvětšeného napětí (MAX8212)

notě pro překlopení komparátoru. V zapojeních, v nichž hystereze není potřebná, je možno tento rezistor jednoduše vynechat.

Odpory jednotlivých rezistorů v zapojení na obr. 43 vypočítáme následujícím způsobem:

1. Zvolíme odpor rezistoru R1. Typická velikost odporu může být v rozmezí od 10 kΩ do 10 MΩ.

2. Vypočítáme odpor rezistoru R2 pro požadovanou horní velikost prahového napětí U_U s použitím následující rovnice:

$$R2 = R1 \cdot \frac{(U_U - U_{TH})}{U_{TH}} = R1 \cdot \frac{(U_U - 1{,}15)}{1{,}15}.$$

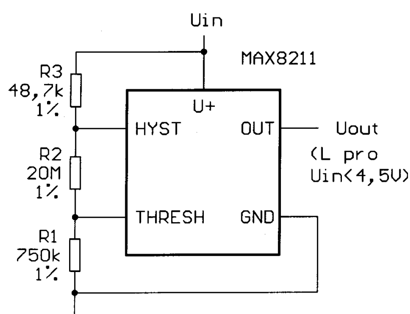
3. Vypočítáme odpor rezistoru R3 vzhledem k požadované hysterezi (U_L je spodní hranice prahového napětí):

$$R3 = R2 \cdot \frac{[(U+) - U_{TH}]}{U_U - U_L} = R2 \cdot \frac{[(U+) - 1{,}15]}{U_U - U_L}.$$

Je-li napájecí napětí $U+$ stejné velikosti jako vstupní napětí U_{IN}, vypočítáme:

$$R3 = R2 \cdot \frac{(U_L - U_{TH})}{U_U - U_L} = R2 \cdot \frac{(U_L - 1{,}15)}{U_U - U_L}.$$

Praktické zapojení detektoru zmenšení napětí napájecího zdroje 5 V je na obr. 44. Výstup je aktivován tehdy, když se vstupní napětí, které je zde zároveň napětím napájecím, zmenší pod velikost 4,5 V. Napětí 4,5 V je minimální specifikovaná velikost pro napájení obvodů tzv. pětivoltové logiky.



Obr. 44. Praktické zapojení detektoru zmenšení napětí 5 V napájecího zdroje pod 4,5 V

Rezistorem R3 je zavedena hystereze přibližně 75 mV. Jeho odpor v tomto zapojení, kdy je vstupní napětí U_{in} stejné velikosti jako napájecí napětí $U+$, vypočítáme z následující rovnice:

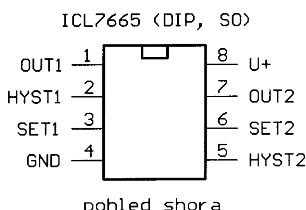
$$R3 = R1 \cdot \frac{(U_U - U_L)}{1{,}15}.$$

Obvody MAX8211/MAX8212 jsou zhotoveny technologií CMOS a je jimi možno v aplikacích, v nichž maximální napájecí napětí nepřesahuje velikost 16,5 V, přímo nahradit starší bipolární obvody typu ICL8211 / ICL8212 od firmy Intersil. Výhodou novějších obvodů oproti starším typům je zejména mnohem menší klidový proud (5 μA), větší dostupný proud z výstupu HYST a stabilnější vnitřní referenční napětí.

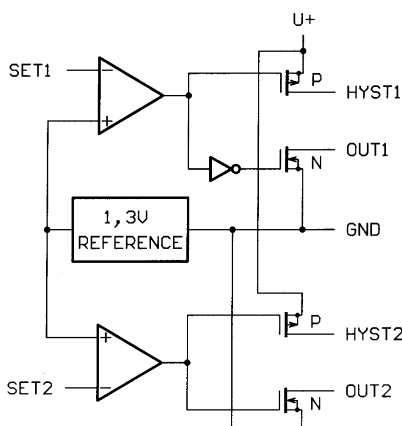
ICL7665

Integrovaný obvod ICL7665 od firmy Intersil či Maxim ve svém osmivývodovém pouzdře výhodně sdružuje dva napěťové detektory, které mohou být využity jak pro detekci přepětí, tak i pro detekci podpětí. Zapojení vývodů pro pouzdra DIP i SO je na obr. 45, vnitřní blokové zapojení obvodu ICL7665 je na obr. 46.

Jak je vidět, ICL7665 obsahuje dva komparátory, zdroj referenčního napětí 1,3 V, dva výstupy tvořené tranzistory MOS s N-kanálem s otevřeným kolektorem a dva výstupy pro zavedení hystereze s tranzistory MOS s P-kanálem. Zdroj referenčního napětí a komparátory jsou lineární obvody CMOS s malým příkonem s napájecím proudem maximálně 10 μA, typicky však pouze 3 μA. Do výstupů OUT1 a OUT2 s tranzistory MOS s N-kanálem v zapojení s otevřeným kolektorem může téci proud větší než 10 mA, avšak tyto výstupy nemohou dodávat žádný výstupní proud. Proto je možno oba výstupy vzájemně přímo propojit, takže tvoří logickou funkci OR a jsou za pomoci jediného vnějšího rezistoru, připojeného ke kladnému pólu napájecího napětí, schopny budit vstupy logiky TTL či CMOS.



Obr. 45. Zapojení vývodů obvodu ICL7665 pro pouzdra DIP a SO



Obr. 46. Vnitřní blokové zapojení obvodu ICL7665

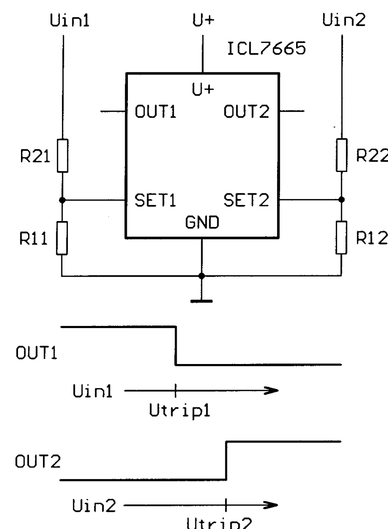
Oba komparátory jsou na sobě vzájemně nezávislé a rovněž je možno nezávisle pro každý kanál nastavit i libovolnou hysterezi. Výstup OUT1 obvodu ICL7665 je invertující, všechny ostatní výstupy jsou neinvertující. Pravdivostní tab. 4 ukazuje stavy výstupů OUT1/OUT2 a HYST1/HYST2 v závislosti na velikosti napětí U_{SET} na vstupech SET1 a SET2:

Tab. 4. Pravdivostní tabulka

Vstup USET1	**Výstup** OUT1	**Hystereze** HYST1
>1,3 V	ON = LOW	ON = HI
<1,3 V	OFF = HI	OFF = LOW
Vstup USET2	**Výstup** OUT2	**Hystereze** HYST2
>1,3 V	OFF = HI	ON = HI
<1,3 V	ON = LOW	OFF = LOW

Obvod ICL7665 může pracovat s napájecím napětím v pásmu od 1,6 do 16 V a monitorovat vstupní napětí v rozsahu od 1,3 V až do několika stovek V. Nejjednodušší základní zapojení - bez hystereze - je na obr. 47. Odporovými děliči R21/R11 a R22/R12 je vstupní sledované napětí U_{IN1} a U_{IN2} zmenšeno tak, aby na vstupech SET1 a SET2 integrovaného obvodu bylo napětí menší než 1,3 V, pokud vstupní sledované napětí nepřekročí maximální danou hranici. Odpory rezistorů R11/R21 vypočítáme následujícím postupem:

1. Zvolíme odpor rezistoru R11 v rozsahu od 10 kΩ do 10 MΩ.



Obr. 47. Nejjednodušší základní zapojení obvodu ICL7665

2. Vypočítáme odpor R21 v závislosti na velikosti prahového napětí U_{TRIP}, při jehož překročení se má překlopit komparátor (což se projeví změnou napětí na jeho výstupu):

$$R21 = R11 \cdot \left(\frac{U_{TRIP} - U_{SET}}{U_{SET}} \right) = R11 \cdot \left(\frac{U_{TRIP} - 1{,}3}{1{,}3} \right).$$

Stejně tak postupujeme i při výpočtu rezistorů R12/R22.

Na obr. 48 je obvod ICL7665 zapojen jako detektor přepětí/podpětí s hysterezí zavedenou rezistory R31/ /R32. Toto konkrétní zapojení je použitelné pouze tehdy, je-li sledované napětí U_{IN} současně napájecím napětím U+. Odpory jednotlivých rezistorů vypočteme následujícím postupem:

1. Zvolíme odpor rezistoru R11 v rozsahu od 10 kΩ do 10 MΩ.

2. Vypočítáme odpor R21:

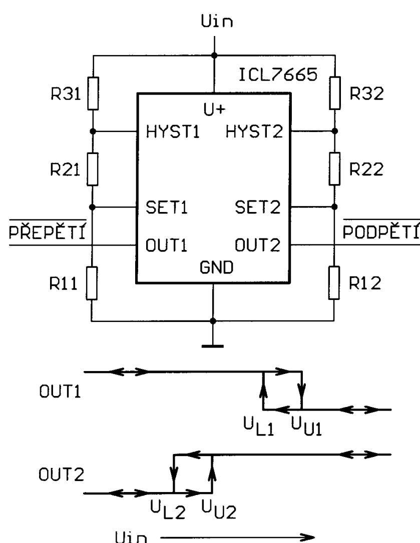
$$R21 = R11 \cdot \left(\frac{U_L - U_{SET}}{U_{SET}} \right) = R11 \cdot \left(\frac{U_L - 1{,}3}{1{,}3} \right).$$

3. Vypočítáme odpor R31:

$$R31 = R11 \cdot \left(\frac{U_U - U_L}{U_{SET}} \right).$$

Stejně postupujeme i při výpočtu odporu rezistorů R12/R22/R32.

Na obr. 49 je typické zapojení detektoru chybového stavu pro zdroj jednoduchého napájecího napětí +5 V pro napájení logických obvodů. Oba výstupy jsou spojeny a tvoří tak společný výstup signálu NAPÁJ. V POŘÁDKU. Střed horní hranice kontrolovaného napětí je zde nastaven na 5,5 V se zavedenou hysterezí 100 mV (U_U = 5,55 V, U_L = 5,45 V). Překročení této hranice je indikováno stavem výstupu OUT1. Stavem výstupu OUT2 je indikován pokles sledovaného napětí pod dolní povolenou hranici, přičemž střed je nastaven na 4,5 V, opět s hysterezí 100 mV.



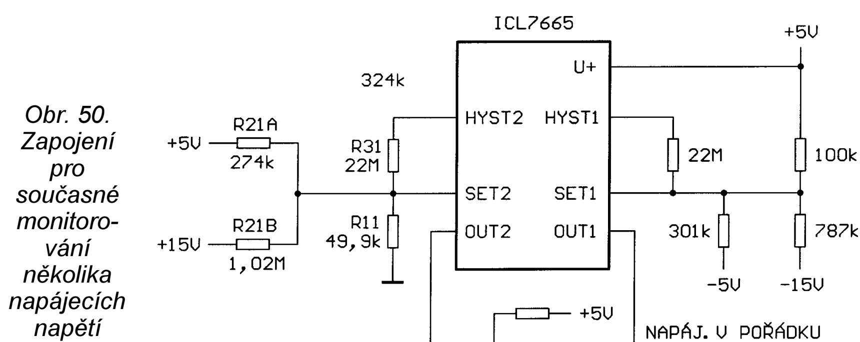
Obr. 48. Detektor přepětí/podpětí se zavedenou hysterezí

Obr. 49. Zapojení detektoru chybového stavu pro zdroj napájecího napětí + 5 V

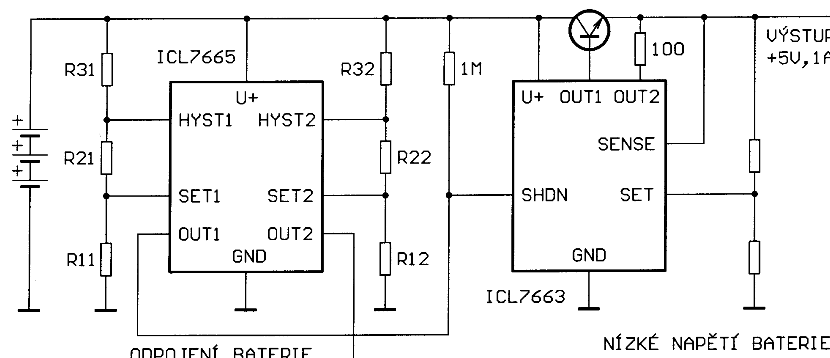
Obvodem ICL7665 je možné současně monitorovat několik napájecích napětí tak, jak je to patrno z obr. 50. První polovina obvodu ICL7665 je zde využita pro detekci zmenšení kladného výstupního napětí dvou zdrojů +5 V a +15 V. Pro výpočet odporů rezistorů R21A a R21B musíme uvažovat, že když napětí na vstupu SET2 dosáhne velikosti nutné pro překlopení detektoru, má proud rezistorem R11 velikost 1,3/R11. Součet proudů protékajících rezistory R21A, R21B a R31 tedy musí při detekci zmenšení sledovaného napětí odpovídat proudu rezistorem R11. Většinou je odpor rezistorů R21A a R21B zvolen tak, aby byl proud těmito dvěma rezistory shodný. Je však nutno počítat se vzájemným ovlivňováním - interakcí - dolních hraničních bodů pro detekci podpětí. Zde se například výstup OUT2 překlopí buď při zmenšení výstupního napětí jednoho z obou zdrojů o více než 10 % (předpokládáme-li, že výstupní napětí druhého zdroje má jmenovitou velikost), nebo při současném zmenšení výstupních napětí obou zdrojů o více než 5 %. Rezistorem R31 je zavedena hystereze, zde konkrétně asi 43 mV pro zdroj +5 V a asi 170 mV pro zdroj +15 V. Druhá polovina obvodu ICL7665 může být použita buď k detekci podpětí, nebo - jako v tomto zapojení - k detekci absence záporného napájecího napětí.

Niklokadmiové (NiCd) baterie patří vzhledem ke svým vlastnostem k velmi dobrým zdrojům energie zejména v přenosných zařízeních. Mohou být opakovaně dobíjeny, ale měly by být současně chráněny proti poškození nadměrným vybíjením. Konkrétně by neměly být vybíjeny až do stavu, kdy se přepóluje článek s nejmenší kapacitou - ten je potom nabíjen napětím opačné polarity. Toto reverzní nabíjení dramaticky zkracuje dobu života baterie NiCd.

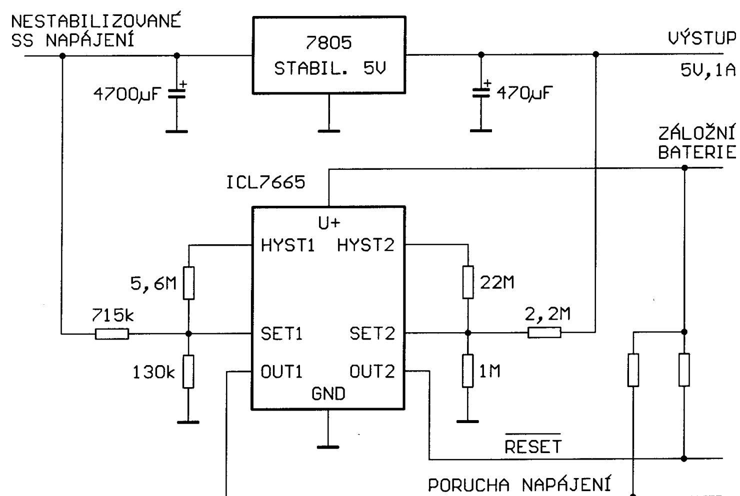
Zapojení na obr. 51 dodává signál, upozorňující na zmenšené napětí baterie, a odpojuje ji od napájeného zařízení, aby tak nemohla být nadále trvale vybíjena a následně poškozena nadměrným vybitím. Jelikož je baterie 9 V obvykle složena ze šesti článků NiCd, jejichž celkové jmenovité napětí je 7,2 V, je při zvoleném minimálním napětí 1 V na článek nutné pro aktivaci signálu, upozorňujícího na nedostatečné napětí baterie, napětí 6 V. V zapojení je zavedena malá hystereze 100 mV. Aby se baterie nepoškodila hlubokým vybitím, je zátěž od baterie odpojena při zmenšení napětí baterie



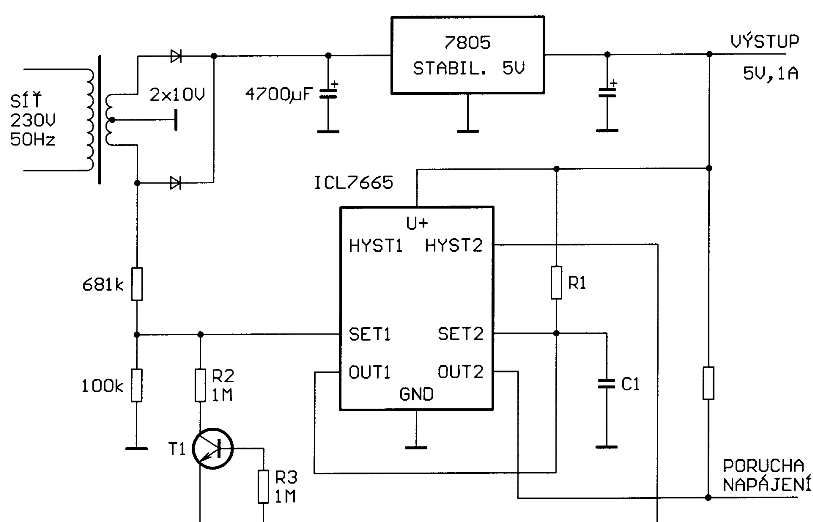
Obr. 50. Zapojení pro současné monitorování několika napájecích napětí



Obr. 51. Upozornění na nízké napětí baterie a její odpojení - ochrana proti poškození nadměrným vybitím



Obr. 52. Jednoduché zapojení pro správu napájení mikroprocesorového systému



Obr. 53. Zapojení pro varování před ztrátou napájecího napětí a detekci krátkodobého výpadku

pod 5 V. Díky zavedené hysterezi je baterie opět připojena až tehdy, když se její napětí zvětší minimálně o 800 mV, čímž je zamezeno opakovanému cyklickému vypínání a zapínání.

Na obr. 52 je zapojení, kde jedna polovina obvodu ICL7665 monitoruje vstupní napětí na vstupní svorce lineárního stabilizátoru 7805, zatímco druhou polovinou obvodu je sledována velikost napětí na výstupu tohoto stabilizátoru. Signál PORUCHA NAPÁJENÍ, indikující ztrátu napájecího napětí, je aktivován tehdy, zmenší-li se napětí na neregulovaném vstupu pod velikost 8 V. Když se z jakéhokoli důvodu odpojí vstupní napájecí napětí, začne se napětí na vstupu stabilizátoru 7805 (v závislosti na velikosti odebíraného proudu a na velikosti kapacity vstupního filtračního kondenzátoru) zmenšovat - v tomto zapojení rychlostí 200 mV/s. Při odběru proudu 1 A se zmenší vstupní napětí stabilizátoru na velikost 7,3 V (což je minimální vstupní napětí, při němž je stabilizátor schopen dodávat výstupní napětí 5 V) za 3,5 ms. Do této doby musí obvod vydat varovný signál, upozorňující na ztrátu napětí, protože po uplynutí této doby se začne zmenšovat i výstupní napětí 5 V stabilizátoru. Při zmenšení výstupního napětí pod hranici 3,9 V je druhou polovinou obvodu ICL7665 aktivován výstup OUT2, který může být použit buď pro zamezení zápisu nesprávných dat z mikroprocesoru do paměti CMOS, nebo pro aktivaci systému bateriového zálohování.

Zapojení na obr. 53 poskytuje monitorováním napětí na sekundárním vinutí transformátoru stejnou funkci (varování před ztrátou napájecího napětí) jako předchozí zapojení na obr. 52. Při běžném provozu je kondenzátor C1 každých 20 ms vybíjen výstupem OUT1 v okamžiku, kdy špičková velikost napětí na sekundárním vinutí přesáhne velikost 10,2 V. Pokud je vstupní napětí ze sítě přerušeno (nebo je tak malé, že špičková velikost napětí na sekundárním vinutí nedosáhne velikosti 10,2 V), kondenzátor C1 bude nabíjen přes rezistor R1. Jakmile napětí na C1 dosáhne velikosti 1,3 V, překlopí se komparátor, jehož vstup je připojen k SET2. Výstup OUT2 přejde do vysoké úrovně a generuje tak signál, varující před ztrátou napájecího napětí (výstup PORUCHA NAPÁJENÍ). Aktivace varovného signálu je zpožděna článkem R1, C1 asi o 42 ms (tedy něco přes dvě periody střídavého síťového napětí), aby nereagovala na krátké poruchy. Pokud je vhodné vybíjet kondenzátor C1 (v případě aktivního výstupu pro varování před ztrátou napájecího napětí) při větší špičkové velikosti sekundárního napětí, lze v obvodu zavést hysterezi tranzistorem T1 a rezistory R2 a R3.

Zapojení na obr. 54 plní dvě funkce - přepíná při vypnutém hlavním napájecím zdroji napájení paměti CMOS na napájení ze zálohovací baterie a indikuje svitem signální diody LED nedostatečné napětí zálohovací baterie při jejím vybití.

Dokud je napájecí napětí pro paměť CMOS na přívodu VSTUP +5 V větší než 3,5 V, je připojeno k vývodu VÝSTUP sepnutým tranzistorem T1. Při zmenšení napájecího napětí pod 3,5 V se výstup OUT1 integrovaného obvodu překlopí, tranzistor T1 se uzavře a paměť je napájena přes sepnutý tranzistor 2N4393 z třívoltového lithiového zálohovacího článku.

Obr. 54. Zapojení pro přepínání na zálohované napájení se signalizací vybité zálohovací baterie

Obr. 55. Jednoduchý detektor (poplašné zařízení) pro signalizaci překročení mezních teplot s MAX8215 / MAX8216

Obr. 58. Detektor přepětí / podpětí využívající přídavný pátý napěťový komparátor

Druhý napěťový detektor, obsažený v obvodu ICL7665, monitoruje napětí lithiového článku. Jestliže se napětí článku zmenší pod 2,6 V, výstup OUT2 se překlopí do nízké logické úrovně a signalizační dioda, upozorňující na nedostatečné napětí zálohovací baterie, se rozsvítí (samozřejmě za předpokladu, že je přítomno hlavní napájecí napětí +5 V).

Další možností využití druhé sekce obvodu ICL7665 je detekce zmenšení vstupního napájecího napětí pod velikost 4,5 V. Signál z výstupu OUT2 může být použit k zamezení zápisu nesprávných dat z mikroprocesoru do paměti CMOS v době, kdy malé napájecí napětí nezaručuje bezchybnou funkci obvodů.

Jednoduchá signalizace překročení mezních teplot je možná s použitím levného tranzistoru vodivosti NPN jako teplotního senzoru a obvodu ICL7665 jako detektoru v zapojení na obr. 55. Jak je známo, napětí U_{BE} bipolárního tranzistoru je pro daný kolektorový proud teplotně závislé. Napětí na kolektoru tranzistoru má teplotní koeficient přibližně -5 mV/°C. Potenciometrem (nebo odporovým trimrem) R1 se při překročení horní hranice hlídané teploty nastaví napětí U_{SET2} na vstupu SET2 na velikost 1,3 V, která je nutná k překlopení komparátoru (překlopením je získán signál pro indikaci zvětšené teploty). Stejně tak se nastaví rezistorem R2 napětí U_{SET1} na vstupu SET1 na velikost 1,3 V při zmenšení teploty pod zadanou hranici. Na výstup, který změnou stavu indikuje překročení teploty oběma směry, je možno připojit jakékoli signalizační zařízení - svítivou diodu, piezoměnič atd. Výstupy OUT1 a OUT2 je možné použít i samostatně.

MAX8215 / MAX8216

Monitory napětí ±5 V a ±12 V (±15 V)

Integrovaný obvod MAX8215 obsahuje pět napěťových komparátorů. Čtyři komparátory jsou určeny pro monitorování napětí +5V, -5 V, +12 V a -12 V, pátý komparátor může monitorovat napětí libovolně zvolené velikosti.

Integrovaný obvod MAX8216 je s obvodem MAX8215 identický kromě toho, že je určen k monitorování napětí ±15 V namísto ±12 V. Zapojení vývodů pro pouzdra DIP a SO je na obr. 56 a je pro oba obvody stejné.

Obvody MAX8215 / MAX8216 přímo ve svém pouzdře dále obsahují zdroj referenčního napětí 1,24 V s přesností ±1 % a na čipu jsou integrovány rovněž všechny rezistory, potřebné pro určení velikosti monitorovaných napětí a pro zavedení hystereze. Výstupy všech komparátorů jsou v provedení s otevřeným kolektorem, což je užitečné zejména tehdy, když výstupy obvodů budí indikační svítivé diody LED, nebo v případě, kdy je potřeba tyto výstupy vzájemně propojit, např. pro vytvoření logické funkce OR. Základní zapojení obvodů MAX8215 a MAX8216, ze kterého je rovněž patrné zjednodušené vnitřní blokové zapojení, je na obr. 57.

Zapojení, které využívá přídavného pátého napěťového komparátoru jako detektoru přepětí a podpětí je na obr. 58. Všemi ostatními výstupy (OUT1 až OUT4) je indikováno zmenšení některého ze vstupních napětí ±5 V a ±12 V (±15 V) pod minimální přípustnou velikost, která je typicky +4,579 V, -4,415 V a ±10,59 V (±13,235 V).

Pro monitorování napětí zdroje 5 V, napájejícího vlastní obvod MAX8215 / / MAX8216 (s indikací podpětí i přepětí), slouží zapojení na obr. 59. K signalizaci podpětí je použit vstup +5 V, pro indikaci přepětí je využit vstup DIN přídavného komparátoru.

Jestliže se zmenší napájecí napětí mikroprocesoru pod určitou hranici, kdy již není zaručena spolehlivá funkce zařízení, je potřeba mikroprocesor vynulovat. Zapojení na obr. 60 vybavuje funkci RESET a zpožďuje signál

Obr. 56. Zapojení vývodů obvodů MAX8215 / / MAX8216

Obr. 57. Základní zapojení včetně vnitřního blokového zapojení obvodů MAX8215 / MAX8216

Obr. 59. Indikace podpětí i přepětí zdroje napájejícího obvod MAX8215 / MAX8216

Obr. 60. Zapojení pro hlídání napájecího napětí mikroprocesoru s výstupem zpožděného signálu RESET

Obr. 61. Zapojení pro hlídání napájecího napětí mikroprocesoru s výstupem zpožděného signálu RESET při napájení obvodů MAX8215 / MAX8216 ze společného napájecího zdroje s mikroprocesorem

RESET tak, aby výstup RESET setrval v nízké logické úrovni ještě po dobu 200 ms po opětovném zvětšení napájecího napětí mikroprocesoru na jmenovitou velikost. Pokud je obvod MAX8215 / MAX8216 napájen napětím ze stejného zdroje jako mikroprocesor, je možné pro tutéž funkci použít zapojení podle obr. 61.

Napájecí napětí pro obvody MAX8215 / MAX8216 může být v rozsahu od 2,7 do 11 V, přičemž proudový odběr nepřesáhne velikost 250 µA (typicky 137 µA při +5 V).

MC34160

Obvod MC34160 od firmy Motorola je dohledový obvod (supervizor) pro mikroprocesor. Obvod má navíc vestavěn stabilizátor 5 V s tolerancí ±5 % a výstupním proudem až 100 mA, zdroj referenčního napětí 2,6 V a nezávislý komparátor. MC34160 v sobě sdružuje mnoho potřebných monitorovacích funkcí, vyžadovaných v systémech s mikroprocesory, a nabízí tak cenově efektivní řešení s minimem vnějších součástek.

MC34160 je dodáván v šestnáctivývodovém plastovém pouzdře DIP i v širokém pouzdře SO pro povrchovou montáž. Zapojení vývodů je patrné ze schématu zapojení na obr. 62a. Obvod je vyráběn i pro použití v rozšířeném rozsahu pracovních teplot (od -40 do +85 °C) pod označením MC33160.

Obr. 63. Zjednodušené základní a vnitřní blokové zapojení obvodu MC33128

Obr. 62b. Průběhy napětí důležitých signálů z obr. 62a

Typická aplikace obvodu MC34160 včetně jeho vnitřního blokového zapojení je na obr. 62a. V tomto zapojení je invertující vstup nezávislého komparátoru (Uncommitted Comparator) využit k detekci možnosti ztráty hlavního napájecího napětí. V bodě A jsou snímány kladné půlvlny usměrněného síťového napětí. Při výpadku síťového napětí je výpadek detekován, na výstupu Power Warning se objeví hlášení chybového stavu a je tak možno ještě včas zálohovat data nebo přepnout na náhradní napájecí zdroj. Průběhy napětí důležitých signálů z obr. 62a jsou znázorněny na obr. 62b. Vstup Chip Disable (vývod *15*) slouží k přepnutí integrovaného obvodu MC34160 do klidového stavu.

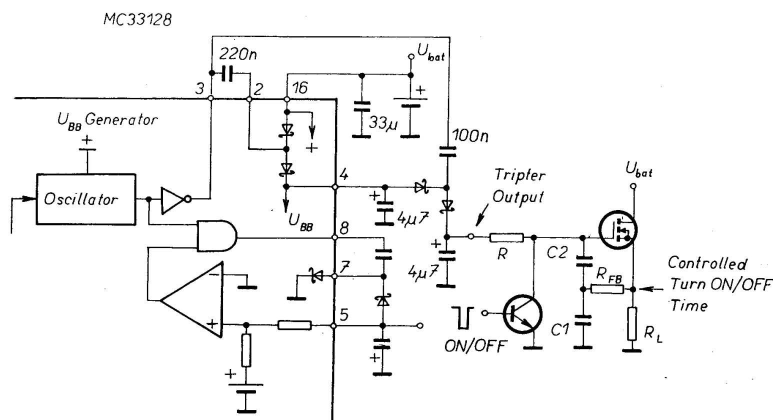
MC33128

Obvod MC33128 firmy Motorola byl vyvinut speciálně pro použití v bateriově napájených mobilních (celulárních) telefonech a pagerech. Je určen pro řízení napájení (Power Management Controller) v zařízeních ve styku s mikroprocesorem.

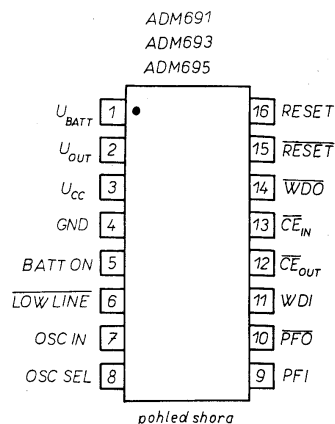
Vzhledem ke svému určení je obvod MC33128 vyráběn pouze v pouzdru SO-16 pro povrchovou montáž.

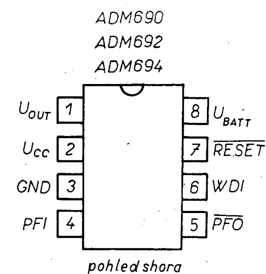
Jak je vidět ze zjednodušeného základního a vnitřního blokového zapojení na obr. 63, obsahuje obvod MC33128 na svém čipu stabilizátor pro napájení mikroprocesoru (MPU Regulator) s navazujícím obvodem pro vybavení signálu RESET pro mikroprocesor při zapnutí napájení (MPU Power Up Reset), dva další stabilizátory pro nezávislé napájení ostatních obvodů (Standby Regulator 1, 2) a zdroj záporného napájecího napětí (Charge Pump a Negative Standby Regulator), který je nepostradatelný při pou-

Obr. 62a. Typická aplikace obvodu MC34160 včetně vnitřního blokového zapojení



Obr. 64. Ztrojovač napětí a budič spínače vf výkonového stupně





Obr. 65. Zapojení vývodů pouzder řady obvodů ADM690 až ADM695

žití GaAs tranzistorů MESFET ve vf části zařízení. MC33128 je dále vybaven obvody pro ochranu proti tepelnému přetížení (Thermal Protection), zdrojem referenčního napětí 1,5 V (který může být spolu s převodníkem A/D v mikroprocesoru využit k detekci a indikaci nedostatečného napětí napájecí baterie) a v neposlední řadě obvody pro odpojení vybité napájecí baterie (Low Battery Shutdown) a obvodem zamezujícím samovolnému zapnutí přístroje při vložení nabité napájecí baterie (Control Logic).

Obvod generuje signál RESET pro mikroprocesor až do okamžiku, kdy napětí na výstupu stabilizátoru pro napájení mikroprocesoru nedosáhne velikosti minimálně 2,66 V. Tím je zabráněno nesprávné činnosti a zápisu neplatných dat do paměti mikroprocesoru při zapnutí zařízení.

Tlačítkem, připojeným k vývodu *11* (vstup Power Up), se obvod zapíná a vypíná, rovněž jej lze vypnout (přepnout do klidového stavu) signálem logické úrovně 1, přivedeným na vývod *10* (vstup Power Down). Všechny stabilizátory, kromě stabilizátoru pro napájení mikroprocesoru, mohou být současně vypínány a zapínány mikroprocesorem přes vývod *9* (vstup Battery Saver), pokud je mikroprocesor naprogramován k periodickému vypínání přijímače (např. z důvodu prodloužení užitečné doby života napájecí baterie).

Koncový vysokofrekvenční výkonový zesilovač vysílací části zařízení bývá často zapínán a vypínán připojením k napájecímu napětí tranzistorem MOSFET s N-kanálem. Aby bylo zajištěno, že celé dostupné napětí baterie bude i na zátěži a nebudou vznikat zbytečné ztráty na spínacím tranzistoru, je nutné spínací tranzistor MOSFET dostatečně vybudit. Větší napětí pro plné vybuzení hradla tranzistoru je možné z obvodu MC33128 získat ztrojnásobením napětí z nábojové pumpy v zapojení podle obr. 64. Je nutné přidat pouze dva kondenzátory a dvě Schottkyho diody. V tab. 5 je uvedena velikost výstupního napětí ztrojovače při napájecím napětí U_{CC} = 3,15 V a 4,5 V a při různých zatěžovacích proudech.

Tab. 5. Zatěžovací charakteristiky ztrojovače

Zatěžovací proud [mA]	**Výstupní napětí** [V]	
	U_{CC}=3,15 V	U_{CC}=4,5 V
0	7,96	12,01
0,5	7,48	11,54
1	7,24	11,29
1,5	6,99	11,04
2	6,62	10,69

Aby se zabránilo rozkmitání vysokofrekvenčního zesilovače, musí být zapínán a vypínán kontrolovaným, definovaným způsobem. Náběh i odběh napájecího napětí při připojení a odpojení zesilovače musí být přizpůsoben jeho charakteristice. Obvod na obr. 64, tvořený rezistory R, R_{FB} a kondenzátory C1 a C2, dává konstruktérovi zařízení možnost jednoduše řešit regulaci náběhu i odběhu napájecího napětí při připojení zátěže. Průběh náběhu a odběhu je závislý na odporu zpětnovazebního rezistoru R_{FB}. Kondenzátory C1, C2 mají obvykle shodnou kapacitu.

ADM690 až ADM695

Obvody řady ADM690 až ADM695 od firmy Analog Devices tvoří kompletní rodinu dohledových obvodů (supervizorů), které na jednom čipu kompletně řeší monitorování napájecího napětí a řízení přepínače zálohovací baterie. Zahrnuty jsou funkce RESET pro mikroprocesor, časovač „Watchdog", ochrana proti zápisu do paměti CMOS RAM nebo EEPROM, přepínání zálohovací baterie a varování při přerušení napájecího napětí. Tato řada obvodů je u konstruktérů velmi oblíbená, protože umožňuje širokou škálu konfigurací, pokrývajících většinu požadavků systémů s mikroprocesory. Vlastnosti a možnosti jednotlivých typů řady ADM69x uvádí tab. 6.

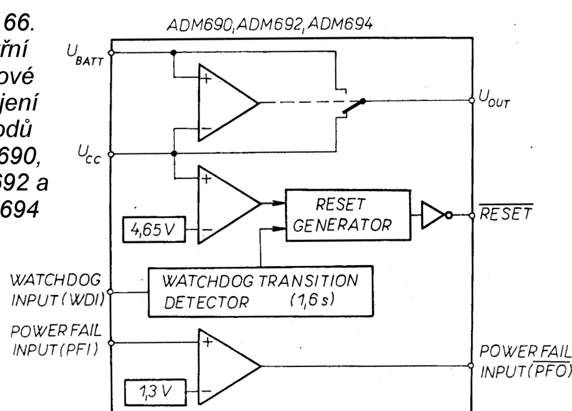
Obvody ADM690, ADM692 a ADM694 jsou dostupné v osmivývodových pouzdrech, obvody ADM691, ADM693 a ADM695 se vyrábějí v šestnáctivývodových pouzdrech. Jejich zapojení vývodů je na obr. 65, vnitřní blokové zapojení obvodů ADM690, ADM692 a ADM694 je na obr. 66 a vnitřní blokové zapojení obvodů ADM691, ADM693 a ADM695 je na obr. 67.

Obvody řady ADM69x jsou zhotoveny zdokonaleným epitaxním procesem CMOS, který kombinuje velmi malou spotřebu (5 mW) s velkou spolehlivostí. Během běžného provozu, kdy je napájecí napětí U_{CC} větší než napětí baterie U_{BATT}, je napětí U_{CC} interně propojeno na výstup U_{OUT} přes vnitřní tranzistor typu PMOS - viz funkční schéma zapojení obvodů pro přepínání zálohovací baterie na obr. 68. Přepínací obvod porovnává velikost napětí U_{CC} s velikostí napětí baterie na

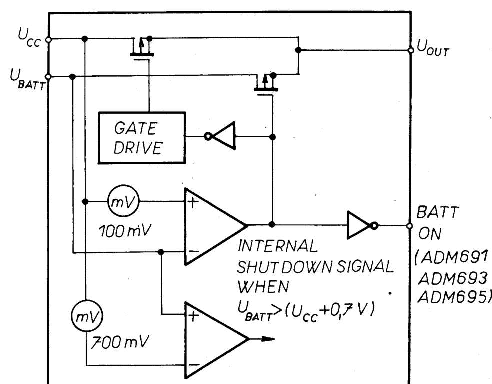
Tab.6. Porovnání vlastností obvodů řady ADM690 až ADM695

Typ	**Trvání RESET**	**Prahové napětí pro RESET**	**Perioda pro Watchdog**	**Přep. záloh. bat.**	**Budič pro ext. tranz. PNP**	**Chip enable signály**
ADM690	50 ms	4,65 V	1,6 s	ano	-	-
ADM691	50 ms, ADJ	4,65 V	100 ms/1,6 s/ADJ	ano	ano	ano
ADM692	50 ms	4,4 V	1,6 s	ano	-	-
ADM693	50 ms, ADJ	4,4 V	100 ms/1,6 s/ADJ	ano	ano	ano
ADM694	200 ms	4,65 V	1,6 s	ano	-	-
ADM695	200 ms, ADJ	4,65 V	100 ms/1,6 s/ADJ	ano	ano	ano

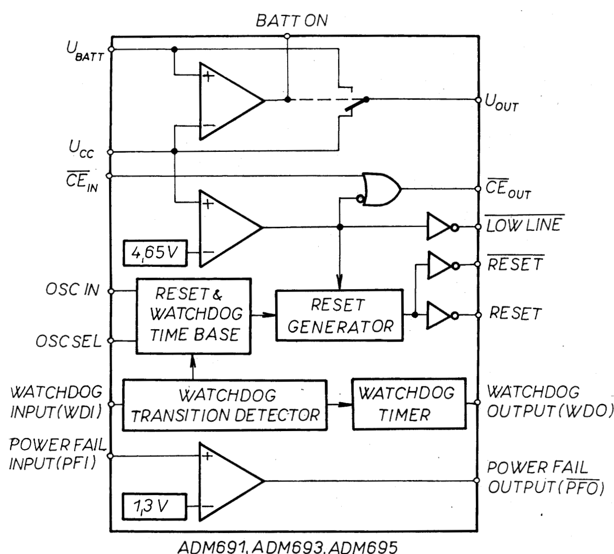
Obr. 66. Vnitřní blokové zapojení obvodů ADM690, ADM692 a ADM694



Obr. 68. Funkční schéma zapojení obvodů pro přepínání zálohovací baterie



Obr. 67. Vnitřní blokové zapojení obvodů ADM691, ADM693 a ADM695



vstupu U_{BATT} a připojuje na výstup U_{OUT} to napětí, které z nich je větší.

Tento spínač má v sepnutém stavu odpor 1,5 Ω a může jím protékat na výstup U_{OUT} proud až 100 mA. V případech, kdy proud pro blok pamětí RAM překračuje ve špičkách velikost 100 mA, je nutno k výstupu U_{OUT} připojit kondenzátor s doporučenou kapacitou 0,1 µF, jehož náboj pokryje přechodné špičky krátkodobě zvětšeného proudového odběru RAM. Jestliže je proudový odběr trvale větší než 100 mA, anebo je požadován menší úbytek napětí mezi vstupem a výstupem, než který je dán odporem vnitřního spínacího tranzistoru, je možné použít zapojení s vnějším tranzistorem PNP podle obr. 69.

Vnější tranzistor přemosťuje vnitřní tranzistor FET a jeho báze je buzena proudem až 35 mA přímo z výstupu BATT ON. Zálohovací baterie je připojena na vstup a propojena s výstupem spínacím tranzistorem MOSFET s odporem v sepnutém stavu 20 Ω. Tento tranzistor zaručuje velmi malý úbytek napětí mezi vstupem a výstupem při malých proudech, které jsou běžné při záložním napájení pamětí CMOS RAM nebo jiných obvodů CMOS s malým příkonem. Klidový odběr v režimu bateriového zálohování je typicky 0,6 mA.

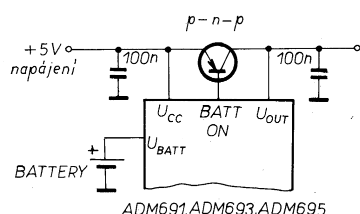
Integrované obvody ADM690 / ADM691 / ADM694 / ADM695 pracují s napětím baterie v rozsahu od 2 do 4,25 V a obvody ADM692 / ADM693 pracují s napětím baterie od 2 do 4 V. Jako zdroj energie pro krátkodobé záložní napájení je možné též použít elektrolytické kondenzátory s velkou kapacitou nebo lépe speciální dvouvrstvové kondenzátory, vyráběné s kapacitami až jednotek faradů. Ze vstupu U_{BATT} teče malý proud (typicky 10 nA, max. 0,1 µA), který je užitečný k nabíjení těchto kondenzátorů ne–bo k dobíjení nabíjecích zálohovacích článků. Tím se udržuje zálohovací baterie v plně nabitém stavu, což prodlužuje dobu života baterie kompenzací jejího vlastního samovybíjecího proudu. K získání většího dobíjecího proudu pro zálohovací baterii je možné zapojit mezi výstup U_{OUT} a vstup U_{BATT} rezistor R podle obr. 70.

Stav napětí na zálohovací baterii je monitorován komparátorem, zapojeným na vstup PFI (Power Fail Input). Komparátor vzorkuje napětí na baterii a generuje signál nízké logické úrovně tehdy, zmenší-li se napětí baterie na nedostatečnou velikost. Při tomto testu může být nezbytně nutné připojovat k testované baterii zátěž, aby bylo objektivně měřeno napětí na baterii při provozním zatížení a ne naprázdno. Zátěž lze připojit povelem z mikroprocesoru, přivedeným na vstup $\overline{CE}_{IN}$, jako zátěž slouží rezistor s vhodným odporem, připojený mezi vstup U_{BATT} a výstup $\overline{CE}_{OUT}$ podle obr. 71. V provozním režimu zálohování, kdy je zálohovací baterie využívána, je výstup $\overline{CE}_{OUT}$ držen ve vysoké úrovni a zálohovací baterie není takto zbytečně vybíjena.

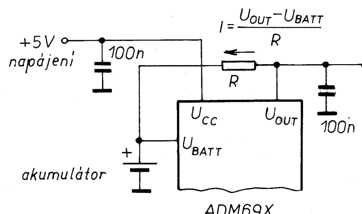
Jestliže není sekce pro přepínání zálohovací baterie využita, měl by být vstup U_{BATT} připojen na společnou svorku GND a výstup U_{OUT} by měl být propojen se vstupem U_{CC}.

Typické praktické aplikační zapojení pro obvody ADM690 / ADM692 / ADM694 je na obr. 72, aplikační zapojení pro obvody ADM691 / ADM693 / ADM695 je na obr. 73.

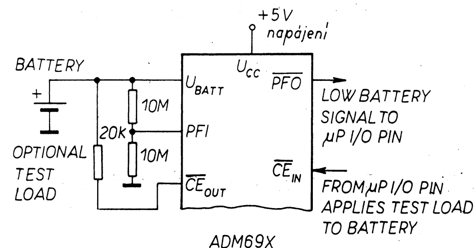
Vnitřní napěťový detektor monitoruje napájecí napětí U_{CC} a generuje pro mikroprocesor signál nízké logické úrovně na výstupu $\overline{RESET}$ tehdy, když se velikost napájecího napě–



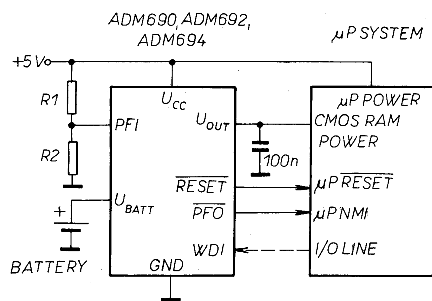
Obr. 69. Zvětšení výstupního proudu paralelním tranzistorem PNP



Obr. 70. Dobíjení nabíjecí zálohovací baterie z výstupu U_{OUT} přes rezistor R



Obr. 71. Monitorování stavu zálohovací baterie s připojenou zátěží



Obr. 72. Praktické zapojení obvodů ADM690 / ADM692 / ADM694

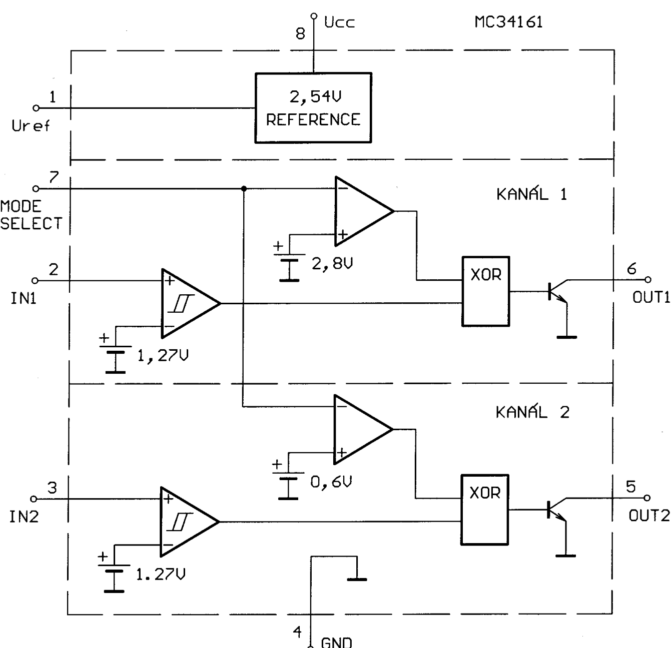
tí zmenší pod 4,65 V (ADM690 / / ADM691 / ADM694 / ADM695) nebo pod 4,4 V (ADM692 / ADM693). Při zapnutí napájecího napětí zůstává výstup $\overline{\text{RESET}}$ v nízké úrovni ještě po dobu 50 ms (200 ms u ADM694 a ADM695). Tato doba stačí ke stabilizaci pracovních podmínek napájecího zdroje i mikroprocesoru (respektive krystalového oscilátoru, generujícího hodinové impulsy). Aktivní doba signálu $\overline{\text{RESET}}$ je u obvodů ADM691 / / ADM693 / ADM695 nastavitelná vnějším oscilátorem nebo připojením vnějšího kondenzátoru ke vstupu OSC IN.

Při odpojení napájecího napětí zůstává výstup $\overline{\text{RESET}}$ aktivní ještě do velikosti napětí asi 1 V, což zajistí, že mikroprocesor bude držen ve stabilním klidovém stavu.

Pro mikroprocesory, vyžadující signál RESET s aktivní vysokou logickou úrovní, jsou obvody ADM691 / / ADM693 / ADM695 navíc vybaveny invertory a komplementárními výstupy RESET.

Velikost napájecího napětí je monitorována vstupem PFI komparátoru, který porovnává napětí na PFI s vnitřním referenčním napětím 1,3 V. Když je napětí na vstupu PFI menší než referenční napětí, přejde výstup $\overline{\text{PFO}}$ (Power Fail Output) do nízké logické úrovně a je tak generován signál pro včasné varování mikroprocesoru před ztrátou napájecího napětí. Tímto signálem je možno iniciovat přerušení a včas uložit data do paměti RAM.

Obvody ADM691 / ADM693 / ADM695 jsou ještě vybaveny funkcí, která zabraňuje zápisu dat do paměti při zmenšení napájecího napětí U_{CC} pod 4,65 V (4,4 V pro ADM693). Při správné velikosti U_{CC} sleduje výstup $\overline{\text{CE}}_{OUT}$ stav vstupu $\overline{\text{CE}}_{IN}$. Při zmenšení napětí U_{CC} pod 4,65 V (4,4 V) přejde výstup $\overline{\text{CE}}_{OUT}$ do vysoké logické úrovně, nezávisle na stavu vstupu $\overline{\text{CE}}_{IN}$. Je-li výstup $\overline{\text{CE}}_{OUT}$ připojen ke vstupu $\overline{\text{CE}}$ (Chip Enable), $\overline{\text{CS}}$ (Chip Select) nebo „$\overline{\text{Write}}$" paměti, zabrání změnou logické úrovně chybnému zápisu dat z mikroprocesoru do paměti.

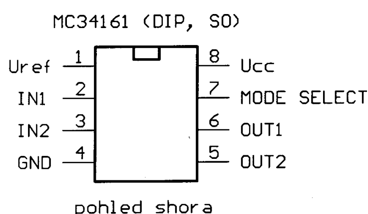


Obr. 75. Blokové schéma vnitřního zapojení obvodu MC34161

MC34161

Univerzální monitor napětí

Obvod MC34161 od firmy Motorola je univerzální napěťový monitor navržený tak, aby byl použitelný v co nejširším spektru aplikací. Obvodem MC34161 je možno levně snímat (detekovat) a monitorovat napětí jak kladné, tak i záporné polarity.



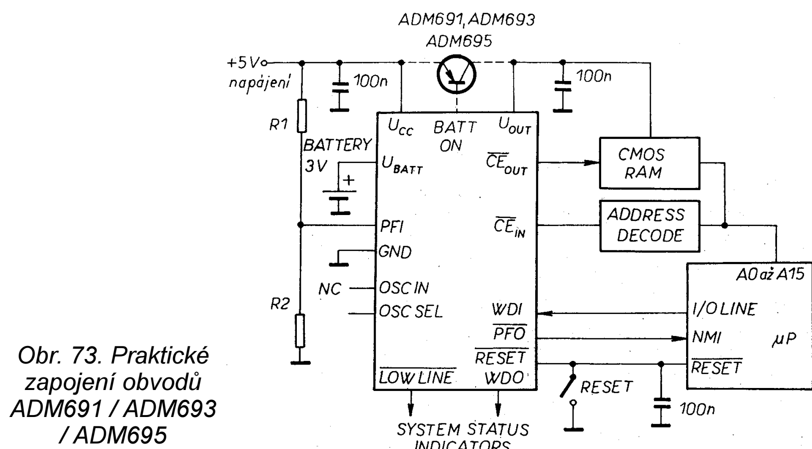
Obr. 74. Zapojení vývodů obvodu MC34161 pro pouzdro DIP a SO-8

Zapojení vývodů obvodu MC34161 je na obr. 74. MC34161 je dodáván jak v běžném plastovém osmivývodovém pouzdru DIP (sufix P), tak i v pouzdru SO-8 (sufix D) pro povrchovou montáž. Obvod je vyráběn i pro použití v rozšířeném rozsahu pracovních teplot (od -40 do +85 °C) pod označením MC33161.

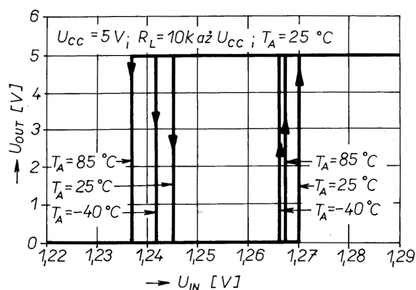
Jak je vidět z blokového schématu vnitřního zapojení na obr. 75, obvod MC34161 se skládá ze dvou identických komparátorů se zavedenou hysterezí, ze zdroje referenčního napětí s vyvedeným výstupem, z unikátního obvodu pro možnost volit funkce obvodu ovládacím vstupem Mode Select a ze dvou výstupů s otevřeným kolektorem. Při snímání a detekci napětí kladné polarity jsou oba komparátory funkční již při napájecím napětí od 2 V, při snímání a detekci napětí záporné polarity jsou komparátory funkční při napájecím napětí od 4 V. Maximální napájecí napětí obvodu MC34161 je 40 V, klidový proud celého obvodu je 450 µA při napájecím napětí 5 V a 560 µA při 40 V. Dále následuje podrobnější popis jednotlivých částí obvodu.

Vstupní komparátory

Vstupní komparátory jsou pro oba kanály zcela identické, jejich horní prahové napětí pro překlopení je 1,27 V s tolerancí ±2 %. Komparátory mají hysterezi v rozmezí od 15 do 35 mV, typicky 25 mV. Z grafu na obr. 76 je dobře vidět závislost stavu výstupu komparátoru na velikosti vstupního napětí i posuv prahových úrovní při změně pracovní teploty. Hystereze je zavedena proto, aby se zamezilo možnosti vzniku oscilací, a aby bylo zajištěno spolehlivé spínání výstupu. Vstupní proud komparátorů je 60 nA při prahovém napětí, což odpovídá odporu přibližně dvaceti MΩ, připojenému



Obr. 73. Praktické zapojení obvodů ADM691 / ADM693 / ADM695



Obr. 76. Graf závislosti stavu výstupu komparátoru na velikosti vstupního napětí

k zemi. Velká vstupní impedance komparátoru minimalizuje zatížení vnějšího napěťového děliče a zmenšuje tak přídavnou chybu dělicího poměru. Vstupy též obsahují ochranu proti poškození elektrostatickým nábojem (ESD).

Referenční obvod

Zdroj referenčního napětí 2,54 V má výstup vyveden na vývod *1*, aby mohlo být referenční napětí použito pro snímání napětí záporné polarity nebo pro programování vstupu Mode Select při okénkové detekci. Referenční zdroj je schopen dodat do výstupu proud až 2 mA a má vestavěnu ochranu proti přetížení při zkratu. Tolerance výstupního napětí je zaručována ±2,4 % při pokojové teplotě.

Z referenčního napětí 2,54 V je děličem napětí odvozeno vnitřní referenční napětí 1,27 V, které je připojeno na invertující vstupy komparátorů. Správné funkce dosáhne referenční obvod při napájecím napětí větším než 4 V. Teprve od této velikosti napájecího napětí je proto možné přesně snímat napětí záporných polarit.

Obvod pro volbu funkce - Mode Select

Vstup Mode Select je vstupem klíčové části, která dodává flexibilitu celému obvodu MC34161. Tento vstup umožňuje konstruktérovi naprogramovat každý z obou kanálů jednotlivě pro všechny možné aplikace snímání napětí - viz tab. 7. Vstup Mode Select má definovány tři stavy (velikosti napětí) - GND, U_{ref} nebo U_{CC}.

Velikosti napětí na vstupu Mode Select určují, jestli kanál 1 nebo kanál 2 budou pracovat v invertujícím nebo neinvertujícím režimu. Vstup Mode Select má vstupní proud 10 µA při připojení k výstupu referenčního zdroje a 42 µA, když je připojen k napájecímu napětí 5 V.

Výstupní část

Výstupní část používá pro buzení bází spínacích tranzistorů kladnou zpětnou vazbu, aby tak bylo dosaženo co nejmenšího saturačního napětí při zachování relativně malého klidového proudu. Saturační napětí je asi 0,2 V při proudu 8 mA v celém rozsahu pracovních teplot. Kombinací malého saturačního napětí a malého pracovního napětí komparátoru je umožněno snímání a detekce kladných napětí při napájecím napětí již od 1 V. Tato vlastnost je důležitá při aplikaci obvodu jako detektoru podpětí (undervoltage detector), kdy výstup obvodu musí setrvat v nízké úrovni, i když se velikost napájecího napětí zmenšuje směrem k nule.

Následujících dvanáct zapojení ilustruje flexibilitu obvodu MC34161. Obvod je použit pro konstrukci prostého detektoru změny napětí i pro konstrukci okénkového detektoru, a to jak pro kladná i záporná vstupní napětí, tak i pro jejich vzájemnou kombinaci.

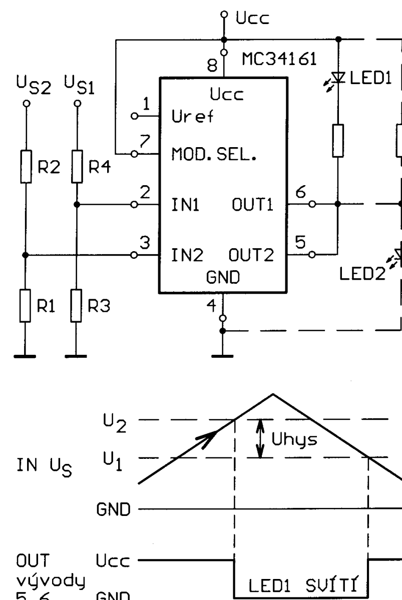
Na obr. 77 je zapojení obvodu MC34161 jako dvojitého detektoru zvětšení kladného napětí (dual positive overvoltage detector). Při zvětšení vstupních napětí U_{S1} nebo U_{S2} na velikost napětí U_2 a při překročení této velikosti se rozsvítí indikační dioda LED. Pokud se vstupní napětí zmenší pod velikost napětí U_1, indikační dioda LED opět zhasne. Napěťové úrovně indikace pro U_{S1} a U_{S2} je možno nastavit nezávisle a stejně tak lze nezávisle využívat i oba jednotlivé výstupy na vývodech *5* a *6* (po jejich rozpojení). To platí samozřejmě i pro všechna zapojení následující. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 77 přerušovanou čarou, funguje obvod jako dvojitý detektor zmenšení kladného napětí. Indikační dioda LED tedy v tomto případě svítí tehdy, když je vstupní napětí U_{S1} nebo U_{S2} menší než napětí U_1.

Pro známé odpory rezistorů R1 a R2 je velikost prahových napětí U_1 a U_2 dána následujícími dvěma rovnicemi:

$$U_1 = (U_{th} - U_H) \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right),$$

$$U_2 = U_{th} \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right),$$

kde U_{th} = 1,27 V je prahové napětí komparátoru a U_H je hysterezní napětí



Obr. 77. Dvojitý detektor zvětšení kladného napětí

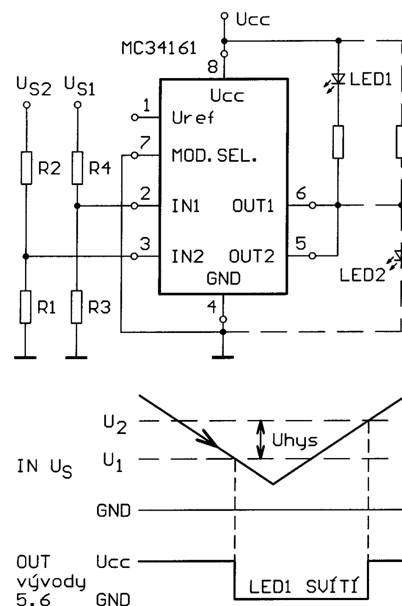
v rozmezí od 15 do 35 mV, typicky 25 mV.

Pro daná prahová napětí U_1 a U_2 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R2/R1 podle následujících dvou rovnic:

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_1}{U_{th} - U_H} - 1,$$

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_2}{U_{th}} - 1.$$

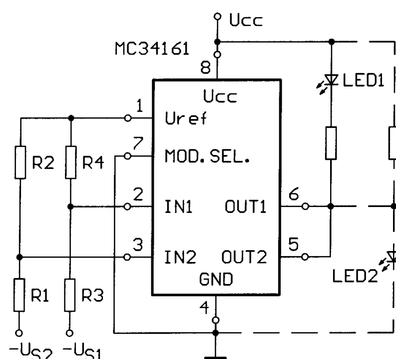
V zapojení na obr. 78 je obvod MC34161 využit jako dvojitý detektor zmenšení kladného napětí (dual positive undervoltage detector). Při zmenšení vstupního napětí U_{S1} nebo U_{S2} pod velikost napětí U_1 se indikační dioda LED rozsvítí a svítí až do doby, dokud se velikost vstupního napětí nezvětší nad velikost napětí U_2. Při zapojení in-

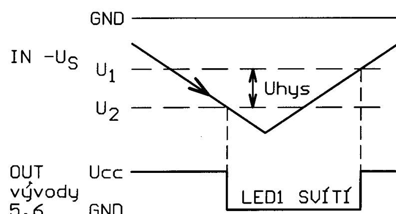


Obr. 78. Dvojitý detektor zmenšení kladného napětí

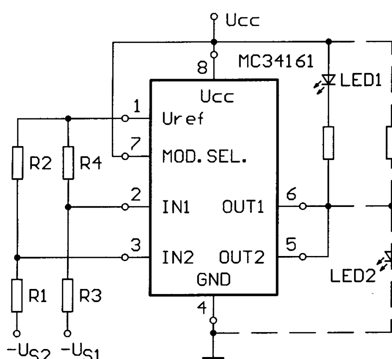
Tab. 7. Stavy výstupů OUT 1 a OUT 2 v závislosti na zvoleném režimu činnosti vstupem Mode Select

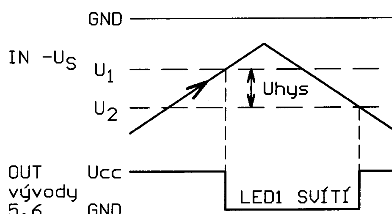
Mode Select Pin 7	**IN 1** Pin 2	**OUT 1** Pin 6	**IN 2** Pin 3	**OUT 2** Pin 5	**Výsledek:**
GND	0	0	0	0	Kanály 1 & 2: neinvertující
	1	1	1	1	
U_{ref}	0	0	0	1	Kanál 1: neinvertující
	1	1	1	0	Kanál 2: invertující
U_{CC} (>2 V)	0	1	0	1	Kanály 1 & 2: invertující
	1	0	1	0	





Obr. 79. Dvojitý detektor zvětšení záporného napětí





Obr. 80. Dvojitý detektor zmenšení záporného napětí

dikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 78 přerušovanou čarou, funguje obvod jako dvojitý detektor zvětšení kladného napětí. Indikační dioda LED tedy v tomto případě svítí tehdy, když jsou vstupní napětí U_{S1} nebo U_{S2} větší než napětí U_2. Pro výpočet velikostí prahových napětí U_1 a U_2 a velikosti poměru odporů rezistorů R2/R1 platí stejné rovnice, jako v předchozím zapojení.

Zapojení dvojitého detektoru zvětšení záporného napětí je na obr. 79. Při zvětšení vstupních napětí U_{S1} nebo U_{S2} na velikost napětí U_2 a při překročení této velikosti se rozsvítí indikační dioda LED. Pokud se vstupní napětí zmenší pod velikost napětí U_1, indikační dioda LED opět zhasne. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 79 přerušovanou čarou, funguje obvod jako dvojitý detektor zmenšení záporného napětí. Indikační dioda LED tedy v tomto případě svítí tehdy, když je vstupní napětí U_{S1} nebo U_{S2} menší než napětí U_1.

Pro známé odpory rezistorů R1 a R2 je velikost prahových napětí U_1 a U_2 dána následujícími dvěma rovnicemi:

$$U_1 = \frac{R1}{R2} \cdot \left(U_{th} - U_{ref}\right) + U_{th},$$

$$U_2 = \frac{R1}{R2} \cdot \left(U_{th} - U_H - U_{ref}\right) + U_{th} - U_H.$$

Pro danou velikost prahových napětí U_1 a U_2 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R2/R1 podle následujících dvou rovnic:

$$\frac{R1}{R2} = \frac{U_1 - U_{th}}{U_{th} - U_{ref}},$$

$$\frac{R1}{R2} = \frac{U_2 - U_{th} + U_H}{U_{th} - U_H - U_{ref}}.$$

Obr. 80 znázorňuje zapojení obvodu MC34161 jako dvojitého detektoru zmenšení záporného napětí. Při zmenšení vstupních napětí U_{S1} nebo U_{S2} pod velikost napětí U_1 se rozsvítí indikační dioda LED a svítí až do doby, dokud se velikost vstupního napětí nezvětší nad velikost napětí U_2. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 80 přerušovanou čarou, funguje obvod jako dvojitý detektor zvětšení záporného napětí. Indikační dioda LED tedy v tomto případě svítí tehdy, když je vstupní napětí U_{S1} nebo U_{S2} větší než napětí U_2. Pro výpočet velikostí prahových napětí U_1 a U_2 a velikosti poměru odporů rezistorů R2/R1 platí stejné rovnice, jako v předchozím zapojení na obr. 79.

V zapojení okénkového detektoru kladného napětí (positive voltage window detector) na obr. 81 je využito jednoho kanálu v zapojení detektoru zmenšení napětí a druhého kanálu v zapojení detektoru zvětšení napětí. Když se tedy vstupní napětí U_S dostane mimo rozsah pevně vymezený velikostmi napětí U_1 a U_4 (tedy mimo okénko), indikační dioda LED se rozsvítí. LED zhasne poté, když se vstupní napětí buď zvětší nad velikost napětí U_2 nebo zmenší pod velikost napětí U_3. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 81 přerušovanou čarou, funguje obvod inverzně a dioda LED svítí tehdy, když se velikost vstupního napětí U_S pohybuje uvnitř okénka.

Pro známé odpory rezistorů R1, R2 a R3 je velikost prahových napětí U_1, U_2, U_3 a U_4 dána následujícími čtyřmi rovnicemi:

$$U_1 = \left(U_{th1} - U_{H1}\right) \cdot \left(\frac{R3}{R1 + R2} + 1\right),$$

$$U_2 = U_{th1} \cdot \left(\frac{R3}{R1 + R2} + 1\right),$$

$$U_3 = \left(U_{th2} - U_{H2}\right) \cdot \left(\frac{R2 + R3}{R1} + 1\right),$$

$$U_4 = U_{th2} \cdot \left(\frac{R2 + R3}{R1} + 1\right).$$

Pro danou velikost prahových napětí U_1 a U_2 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R3/R2/R1 podle následujících čtyř rovnic:

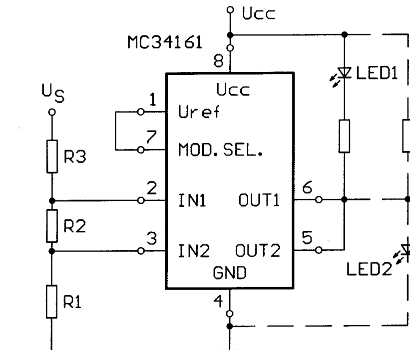
$$\frac{R2}{R1} = \frac{U3 \cdot \left(U_{th2} - U_{H2}\right)}{U1 \cdot \left(U_{th1} - U_{H1}\right)} - 1,$$

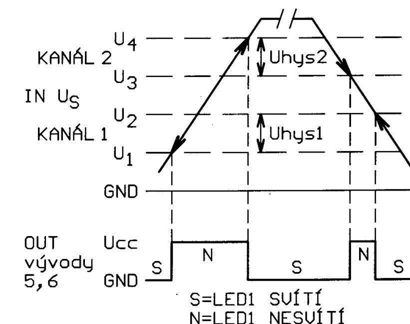
$$\frac{R3}{R1} = \frac{U3 \cdot \left(U_1 - U_{th1} + U_{H1}\right)}{U1 \cdot \left(U_{th2} - U_{H2}\right)},$$

$$\frac{R3}{R1} = \frac{U3 \cdot \left(U_1 - U_{th1} + U_{H1}\right)}{U1 \cdot \left(U_{th2} - U_{H2}\right)},$$

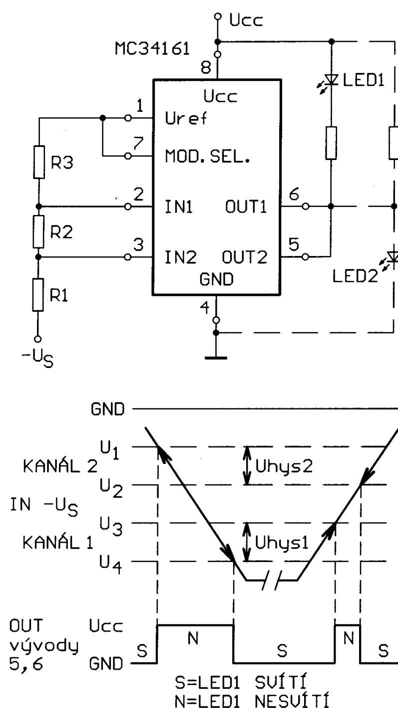
$$\frac{R3}{R1} = \frac{U3 \cdot \left(U_1 - U_{th1} + U_{H1}\right)}{U1 \cdot \left(U_{th2} - U_{H2}\right)}.$$

Na obr. 82 je zapojení okénkového detektoru pro vstupní napětí záporné polarity. U tohoto detektoru se indikační dioda LED rozsvítí, když se vstupní napětí dostane mimo okénko záporných napětí, které je pevně vymezeno velikostmi napětí U_1 a U_4. LED zhasne (stejně jako v předchozím případě) poté, když se vstupní napětí buď zvětší nad velikost napětí U_2, nebo když se zmenší pod velikost napětí U_3. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 82 přerušovanou čarou, funguje obvod inverzně a dioda LED svítí tehdy, když se velikost vstupního napětí U_S pohybuje uprostřed okénka.





Obr. 81. Okénkový detektor kladného napětí



Obr. 82. Okénkový detektor záporného napětí

Pro známé odpory rezistorů R1, R2 a R3 je velikost prahových napětí U_1, U_2, U_3 a U_4 dána následujícími čtyřmi rovnicemi:

$$U_1 = \frac{R1 \cdot \left(U_{th2} - U_{ref}\right)}{R2 + R3} + U_{th2},$$

$$U_2 = \frac{R1 \cdot \left(U_{th2} - U_{H2} - U_{ref}\right)}{R2 + R3} + U_{th2} - U_{H2},$$

$$U_3 = \frac{\left(R1 + R2\right) \cdot \left(U_{th1} - U_{ref}\right)}{R3} + U_{th1},$$

$$U_4 = \frac{\left(R1 + R2\right) \cdot \left(U_{th1} - U_{H1} - U_{ref}\right)}{R3} + U_{th1} - U_{H1}.$$

Pro daná prahová napětí U_1 a U_2 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R3/R2/R1 podle následujících čtyř rovnic:

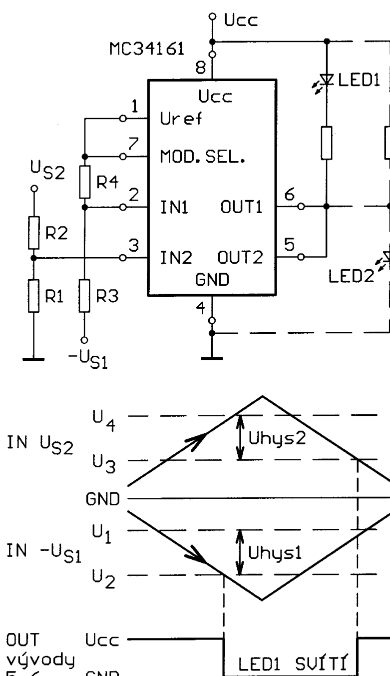
$$\frac{R1}{R2 + R3} = \frac{U_1 - U_{th2}}{U_{th2} - U_{ref}},$$

$$\frac{R1}{R2 + R3} = \frac{U_2 - U_{th2} + U_{H2}}{U_{th2} - U_{H2} - U_{ref}},$$

$$\frac{R3}{R1 + R2} = \frac{U_{th1} - U_{ref}}{U_3 - U_{th1}},$$

$$\frac{R3}{R1 + R2} = \frac{U_{th1} - U_{H1} - U_{ref}}{U_4 + U_{H1} - U_{th1}}.$$

Zapojení detektoru zvětšení napětí kladné i záporné polarity je na obr. 83. Jeden kanál je zde využit jako detektor zvětšení kladného napětí a druhý kanál jako detektor zvětšení záporného napětí, takže indikační dioda LED se rozsvítí tehdy, když kladné napětí U_{S2} překročí velikost napětí U_4 nebo záporné napětí $-U_{S1}$ překročí velikost napětí U_2. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 83 přerušovanou čarou, funguje obvod inverzně (tedy jako detektor zmenšení napětí) a dioda LED svítí tehdy, když se velikost kladného vstupního napětí U_{S2} zmenší pod hranici napětí U_3, nebo když se velikost záporného vstupního napětí $-U_{S1}$ zmenší pod hranici, danou napětím U_1.



Obr. 83. Detektor zvětšení kladného a záporného napětí

Pro známé odpory rezistorů R1, R2 a R3, R4 je velikost prahových napětí U_1, U_2, U_3 a U_4 dána následujícími čtyřmi rovnicemi:

$$U_1 = \frac{R3}{R4} \cdot \left(U_{th1} - U_{ref}\right) + U_{th1},$$

$$U_2 = \frac{R3}{R4} \cdot \left(U_{th1} - U_{H1} - U_{ref}\right) + U_{th1} - U_{H1},$$

$$U_3 = \left(U_{th2} - U_{H2}\right) \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right),$$

$$U_4 = U_{th2} \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1\right).$$

Pro daná prahová napětí U_1, U_2 a U_3, U_4 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R3/R4 a R2/R1 podle následujících čtyř rovnic:

$$\frac{R3}{R4} = \frac{\left(U_1 - U_{th1}\right)}{\left(U_{th1} - U_{ref}\right)},$$

$$\frac{R3}{R4} = \frac{\left(U_2 - U_{th1} + U_{H1}\right)}{\left(U_{th1} - U_{H1} - U_{ref}\right)},$$

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_3}{U_{th2} - U_{H2}} - 1,$$

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_4}{U_{th2}} - 1.$$

Schéma detektoru zmenšení kladného a záporného napětí je na obr. 84. Obvod funguje tak, že jeden kanál je zde využit jako detektor zmenšení kladného napětí a druhý kanál jako detektor zmenšení napětí záporného. Indikační dioda LED se rozsvítí v případě, když se zmenší kladné napětí U_{S1} pod velikost napětí U_1 nebo když se zmenší záporné napětí $-U_{S2}$ pod velikost napětí U_3. Při zapojení indikační diody LED podle propojení, znázorněného na obr. 84 přerušovanou čarou, funguje obvod inverzně (tedy jako detektor zvětšení napětí) a dioda LED svítí tehdy, když se kladné vstupní napětí U_{S1} zvětší nad úroveň napětí U_2, nebo když se záporné vstupní napětí $-U_{S2}$ zvětší nad hranici danou napětím U_4.

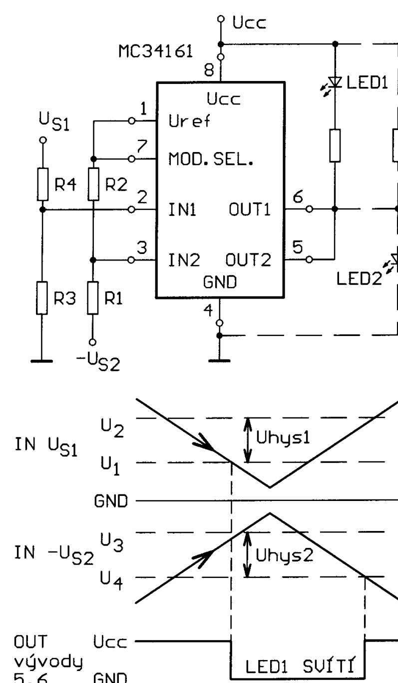
Pro známé odpory rezistorů R1, R2 a R3, R4 je velikost prahových napětí U_1, U_2, U_3 a U_4 dána následujícími čtyřmi rovnicemi:

$$U_1 = \left(U_{th1} - U_{H1}\right) \cdot \left(\frac{R4}{R3} + 1\right),$$

$$U_2 = U_{th1} \cdot \left(\frac{R4}{R3} + 1\right),$$

$$U_3 = \frac{R1}{R2} \cdot \left(U_{th2} - U_{ref}\right) + U_{th2},$$

$$U_4 = \frac{R1}{R2} \cdot \left(U_{th2} - U_{H2} - U_{ref}\right) + U_{th2} - U_{H2}.$$



Obr. 84. Detektor zmenšení kladného a záporného napětí

Pro daná prahová napětí U_1, U_2 a U_3, U_4 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R4/R3 a R1/R2 podle následujících čtyř rovnic:

$$\frac{R4}{R3} = \frac{U_1}{U_{th1} - U_{H1}} - 1,$$

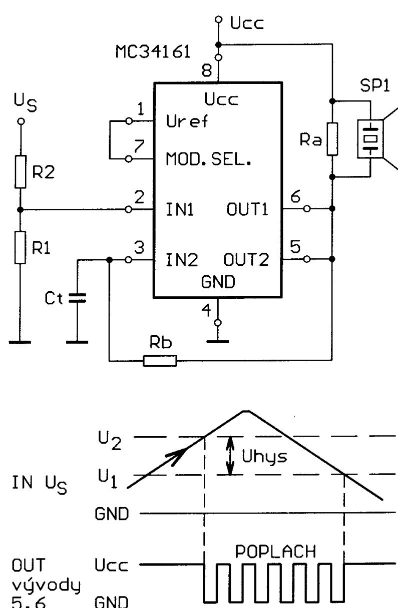
$$\frac{R4}{R3} = \frac{U_2}{U_{th1}} - 1,$$

$$\frac{R1}{R2} = \frac{U_4 + U_{H2} - U_{th2}}{U_{th2} - U_{H2} - U_{ref}},$$

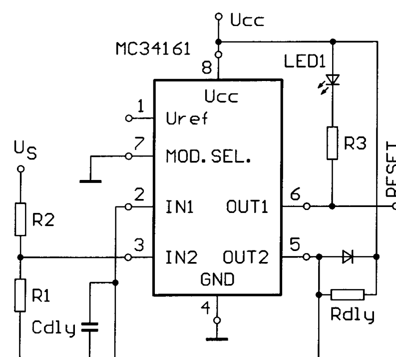
$$\frac{R1}{R2} = \frac{U_3 - U_{th2}}{U_{th2} - U_{ref}},$$

V zapojení detektoru zvětšení napětí s upozorněním zvukovým signálem na obr. 85 monitoruje jeden kanál obvodu MC34161 vstupní napětí U_S, zatímco druhý kanál je zde zapojen jako jednoduchý oscilátor *RC*. Kanál pro monitorování vstupního napětí funguje stejně, jako u zapojení dvojitého detektoru zvětšení kladného napětí na obr. 77. Když vstupní napětí U_S překročí velikost prahového napětí U_2, výstupem prvního kanálu (vývod *6*) je odblokován oscilátor, tvořený druhou částí obvodu MC34161, a výstupem na vývodu *5* je buzen piezoměnič, akusticky indikující zvětšení sledovaného napětí nad nastavenou mez. Při zmenšení vstupního napětí U_S pod úroveň U_1 bude výstup oscilátoru opět zablokován. Kmitočet oscilátoru je dán časovou konstantou členu *Rb*, *Ct*. Pro známé odpory rezistorů R1 a R2 je velikost prahových napětí U_1 a U_2 dána následujícími dvěma rovnicemi:

$$U_1 = (U_{th} - U_H) \cdot \left(\frac{R2}{R1} - 1\right),$$



Obr. 85. Detektor zvětšení napětí s upozorněním zvukovým signálem



Obr. 86. Zdroj zpožděného signálu RESET pro mikroprocesor

$$U_2 = U_{th} \cdot \left(\frac{R2}{R1} - 1\right).$$

Pro daná prahová napětí U_1 a U_2 vypočteme velikost poměru odporů rezistorů R2/R1 podle následujících dvou rovnic:

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_1}{U_{th} - U_H} - 1,$$

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_2}{U_{th}} - 1.$$

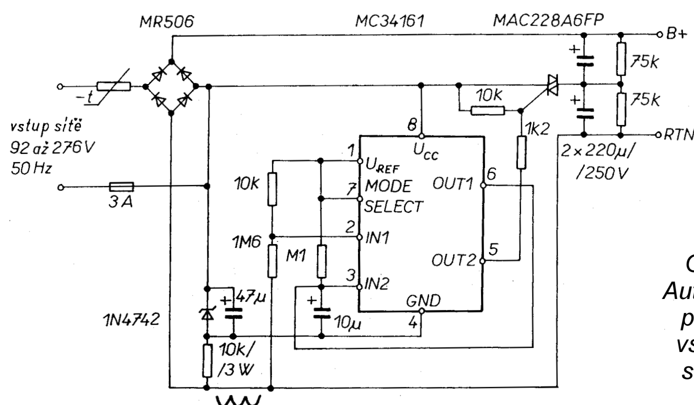
Na obr. 86 je zapojení obvodu MC34161 jako zdroje zpožděného signálu RESET pro mikroprocesor. Kanálem 2 je zde monitorována velikost vstupního napětí U_S, zatímco kanál 1 zajišťuje funkci časového zpoždění. Zpoždění je dáno časovou konstantou členu *Rdly*, *Cdly*. Když se vstupní napětí U_S zmenší pod velikost prahového napětí U_1, výstup kanálu 2 (na vývodu *5*) rychle vybije kondenzátor *Cdly* a výstup RESET přejde do nízké logické úrovně. Indikační dioda LED se rozsvítí. Poté, co vstupní napětí dosáhne velikosti prahového napětí U_2, výstup *5* kanálu 2 umožní nabíjení zpožďovacího kondenzátoru *Cdly* přes rezistor *Rdly*. Po dosažení nastavené doby pro nabití tohoto kondenzátoru přejde výstup *6* kanálu 1 do vysoké logické úrovně a indikační dioda LED zhasne.

Pro výpočet prahových napětí U_1 a U_2 a velikosti poměru odporů rezistorů R2/R1 platí stejné rovnice, jako v předchozím zapojení na obr. 85. Pro známé hodnoty rezistoru *Rdly* a zpožďovacího kondenzátoru *Cdly* je doba zpoždění t_{dly} dána následující rovnicí:

$$t_{dly} = R_{dly} \cdot C_{dly} \cdot \ln\left(\frac{1}{1 - \frac{U_{th}}{U_{cc}}}\right).$$

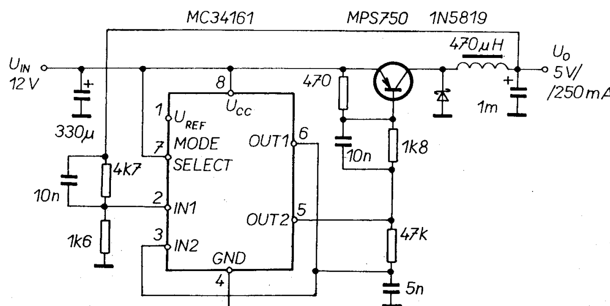
Zapojení na obr. 87 představuje automatický přepínač síťového napětí. Výstupem *5* obvodu MC34161 je řízen triak, který ovládá funkci přepínače. Automatický přepínač pracuje buď jako celovlnný můstkový usměrňovač (triak nevede) nebo jako celovlnný zdvojovač napětí (triak vede). Popsaný přepínač může být využit jako vstupní část spínaného zdroje, pracujícího v širokém rozsahu vstupního síťového střídavého napětí od 92 V až do 276 V. Kanálem 1 je snímána velikost záporných půlvln usměrněného vstupního střídavého napětí. Jestliže je vstupní napětí menší než 150 V, obvod přepne z režimu prostého můstkového usměrňovače do režimu zdvojovače napětí. Obvod se přepne až po určité prodlevě, aby se nemohl „falešně" přepnout vlivem krátkodobého poklesu síťového napětí. Doba zpoždění je dána členem *RC* (tvořeným rezistorem o odporu 100 kΩ a kondenzátorem o kapacitě 10 μF), připojeným ke vstupu *3* integrovaného obvodu MC34161. Když vstupní napětí překročí velikost 150 V, obvod okamžitě přepne do režimu můstkového usměrňovače.

Poslední zajímavou aplikací univerzálního obvodu MC34161 je spínaný zdroj na obr. 88. Zdroj poskytuje výstupní napětí 5 V a je schopen dodat do zátěže proud 250 mA. Spínaný zdroj je zde konfigurován jako snižují-



Obr. 87. Automatický přepínač vstupního síťového napětí

Obr. 88. Spínaný zdroj 5 V / 250 mA



cí měnič (Step - Down Converter) kladného vstupního napětí. Kanálem 1 je sledována okamžitá velikost výstupního napětí spínaného zdroje, které je přes odporový dělič přivedeno na vstup 2 integrovaného obvodu MC34161. Výstupem *6* je ovládán oscilátor, tvořený druhou polovinou obvodu MC34161. Výstupem oscilátoru na vývodu *5* je řízen vnější spínací tranzistor. Základní parametry spínaného zdroje na obr. 88 jsou:

1. Při změně vstupního napětí v rozsahu od 9,5 V do 24 V a při zatížení proudem 250 mA je změna výstupního napětí zdroje 40 mV ±0,1 %.

2. Při změně proudu do zátěže v rozsahu od 0,25 mA do 250 mA je změna výstupního napětí zdroje 2 mV ±0,2 %.

3. Při vstupním napětí 12 V a zatěžovacím proudu 250 mA je zvlnění výstupního napětí zdroje 50 mV (mezivrcholově).

4. Při vstupním napětí12 V a zatěžovacím proudu 250 mA je účinnost zdroje 87,8 %.

Literatura

[1] Motorola - Analog/Interface IC´s Device data.

[2] Maxim - New Releases Data Book Volume IV.

[3] Maxim - New Releases Data Book Volume V.

[4] Analog Devices - Design-In Reference Manual.

(Dokončení ze str. 2)

Je zajímavé, že se prakticky až do zavedení výpočetní techniky nepodařilo sestrojit elektronické dekodéry, které by co do rozměrů a nákladů byly s mechanickými srovnatelné. U nás se na poštách, drahách, u vojska a dalších uživatelů používaly převážně přístroje typu Siemens & Halske, Lorenz, Creed a RFT. Jen výjimečně se objevily naše „Dalibory“.

Německý fyzik Phillip Reis (1834-1874) přišel již v roce 1852 na princip telefonu. Demonstroval jej však ve fyzikálním spolku ve Frankfurtu n. M. až roku 1861. Neměl se svým objevem úspěch, protože přenášené zvuky nebyly dostatečně jasné. Pokusy s telefonem ve stejné době prováděl francouz Bourseul, který se potýkal s odmítáním telegrafní správy - ta ani nedovolila, aby byl jeho přístroj vyzkoušen. Teprve Alexander Graham Bell (1847-1922), který byl učitelem hluchoněmých a Elisha Gray (1835-1901) 14. února 1876 (Bell s dvouhodinovým předstihem) patentovali telefonní přístroj. Ital Meucci dodatečně protestoval proti udělení patentu Bellovi s tím, že již roku 1859 tento vynález předváděl a roku 1871 přihlásil k patentování, ale nedostal odpověď.

Na našem kontinentě se telefonovalo již roku 1877 a v roce 1880 byla v Německu uvedena do provozu první telefonní síť, jejíž účastníci byli ručně propojováni. Éra automatických ústředen mohla začít teprve po objevu otočného voliče v roce 1889, jeho objev je zásluhou Almon B. Strowgera (1839-1902).

Léta 1861-1864 jsou poznamenána prací anglického fyzika James Clerk Maxwella (1831-1879) na matematické teorii elektrického pole. Německý fyzik Heinrich Hertz (1857-1894) se v roce 1888 pokusil Maxwellovu teorii ověřit a skutečně zjistil, že se elektromagnetické vlny šíří jako světlo. Italský vědec Guglielmo Marconi (1874-1937) přišel na možnost přenosu rádiových signálů. Napřed se mu podařilo překonat vzdálenost 2,5 km s pomocí elektromechanického přípravku, ruský fyzik Alexander Popov (1859-1905) přenášel již text ve formě telegrafních signálů na vzdálenost 250 m o rok později. V prosinci 1901 překonává Marconi poprvé oceán a dělá pokusy s telegrafním spojením s loďmi.

V této první fázi byly elektromechanické vlny vyráběny mechanicky s kmitočtem asi 15 kHz a k demodulaci sloužil koherer a později krystalový detektor. Telegrafie přenášená rádiovým spojením trpěla řadou nedostatků, poruchami, únikem apod. Při přenosu dálnopisné abecedy může některý impuls značky zaniknout nebo obráceně porucha vyvolá značkový impuls a výsledná značka pak neodpovídá vyslané. Také poruchy v místě spouštěcího nebo závěrného impulsu znamenají zkomolení zprávy. Proto Hell vyvinul speciální telegrafní přístroj, využívající většího množství značkových prvků. Hell jich původně použil 156, ale dnes se používá 49, tedy 7x více, než má dálnopisný stroj. Hellův přístroj také vůbec nezná princip start-stop a obchází princip synchronizace. Patří rovněž mezi tiskací telegrafy, píše výhradně písmena velké abecedy, nezná národní znaky. Klávesnice má 48 samostatných kláves, výkon stroje je 150 zn/min. Strojní vysílač, kterému byla předem připravena páska se zprávou, má rychlost 300 zn/min. Jednou z předností Hellova přístroje je, že obsahuje dekodér, který mění sériový kód přímo na písmena, zatím co u klasického dálnopisu se sériový kód mění napřed na paralelní a ten se pak dekóduje.

Teprve objev elektronky popohnal vývoj v oblasti přenosu zpráv pomocí rádiových vln kupředu. Byl to v roce 1906 rakouský fyzik Robert von Lieben (1878-1913), který objevil elektronku a v roce 1913 německý vědec Alexander Meissner (1883-1958) získal patent na oscilátor se zesilovací elektronkou. Významným mezníkem byl také objev ionosférických vrstev, který se podařil americkému badateli A. E. Kennelymu (1861-1939) a anglickému fyzikovi Oliver Heavisideovi (1850-1925) prakticky současně, ale nezávisle na sobě.

U nás i v Německu se oficiálně začalo s rozhlasovým vysíláním v roce 1923, u nás to byl vysílač ve Kbelích s výkonem 1 kW na kmitočtu 261 kHz. Rok 1929 byl zase mezníkem pro přenos obrazů na dálku. U nás byl první televizní vysílač spuštěn v roce 1953 na Petřínské rozhledně v Praze, v roce 1973 bylo zahájeno pravidelné barevné vysílání v systému SECAM.

Naše generace pak ještě zažila fantastický rozvoj polovodičové techniky - od prvních tranzistorů přes první hybridní „integrované“ obvody, skládané z tranzistorů, až po dnešní analogové i číslicové obvody, jejichž hustota integrace se již vymyká lidskému chápání.

Poněvadž se blíží nejen konec našeho století, ale také tisíciletí, ve kterém vlastně veškerá technika k přenosu zpráv byla vymyšlena, připravili jsme pro vás přehled životopisů významných osobností, které se nějakým způsobem zapsaly do dějin elektrotechniky vůbec a hlavně pak do rozvoje přenosu zpráv různými technikami. Zjistili jsme totiž, že takový přehled u nás dosud vůbec nebyl publikován a možná některá jména uslyšíte poprvé. Budou zde použity materiály získané z Internetu, z časopisů ČS radiosvět, Sdělovací technika, Telekom Unterrichts Bläter a další.

QX